Aus der Frauenklinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. H. Roemer

Die Frequenz der kindlichen Herztöne unter der normalen Geburt

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Wolfgang Sigg
aus Tettnang

1960

9397

Aus der Frauenklinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. H. Roemer

DIE FREQUENZ DER KINDLICHEN HERZTÖNE UNTER DER NORMALEN GEBURT

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Wolfgang Sigg
aus Tettnang

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. F. Lembeck
1. Berichterstatter: Prof. Dr. E. Rimbach
2. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Roemer

Herrn Professor Dr. E. Rimbach bin ich für die Überlassung des Themas und für vielseitige Unterstützung während der Arbeit sehr zu Dank verpflichtet.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	1
A. Untersuchungsmethoden des fetalen Herzens	2
B. 1. Das fetale Herz und seine normale Schlagfrequenz während der Schwangerschaft	4
2. Arrhythmien während der Schwangerschaft	5
3. Die fetalen Herztöne bei Schwangerschaftskomplikationen	6
C. 1. Die Herztonfrequenz während der Geburt	7
2. Der Eintrittseffekt	11
3. Blasensprung und Austreibungsperiode	12
4. Tachy- und Bradykardie	13
5. Lage des Kindes in utero	14
6. Geburtenzahl der Mutter	15
7. Nabelschnurkompression und Vagotonie	15
8. Hirnschädigungen und fetale Herztöne	17
STATISTISCHE UNTERSUCHUNGEN	
MATERIAL	20
METHODIK	22
Die bei den vorliegenden Untersuchungen angewandten Formeln und Testverfahren	26
ERGEBNISSE	
A. Fetale Herztonfrequenz und Zeitpunkt der Geburt	29
1. Unterschied zwischen der durchschnittlichen fetalen Herzfrequenz von Zweit- und Mehrgebärenden	32
2. Unterschied zwischen der durchschnittlichen fetalen Herztonfrequenz von I- und Pluriparae	34
3. Fetale Herzschlagfrequenz von I-parae bis zu einem Alter von 25 Jahren und I-parae über 25 Jahren	35

Seite

4. Frequenzverlauf der fetalen Herztöne von I-, II- und Pluriparae während einer Zeitspanne von 3 bzw. 5 Stunden vor der Geburt 36

5. Der rechtzeitige Blasensprung bei I-, II- und Pluriparae 38

6. Die Auswirkung des vor-, früh- und rechtzeitigen Blasensprunges auf die fetalen Herztöne 39

7. Spontangeburten mit fetalen Herztönen über 150 bzw. unter 120 Schlägen/min 43

8. Verlauf der fetalen Herztöne bei Geburten mit einer Dauer von über 20 Stunden 43

9. Die Steuung der fetalen Herztöne um die Mittelwertskurven 45

10. Zusammenstellung der Variabilität der Einzel- und Mittelwerte 55

B. Häufigkeitsverteilungen der durchschnittlichen Herztonfrequenz der Einzelfälle jeder Gruppe 56

BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE 59

ZUSAMMENFASSUNG 65

LITERATURVERZEICHNIS 68

LEBENSLAUF 73

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547601_0090

EINLEITUNG

Eine der wesentlichsten Aufgaben der Geburtshilfe ist es, das Befinden des Kindes vor und während der Geburt zu beurteilen. Die Möglichkeiten einer Aussage über das Kind sind auf wenige Zeichen beschränkt, die kindlichen Herztöne, Meconium im Fruchtwasser und Kindsbewegungen. Unter diesen kommt den Herztönen die größte Bedeutung zu.

Erst 71 Jahre nach der ersten Veröffentlichung über die kindlichen Herztöne durch Lejumeau de Kergaradec (29) im Jahre 1822 stellte 1893 von Winkel (49) Regeln auf, nach denen aus dem Verhalten der Herztöne auf den Zustand des Kindes in utero geschlossen werden kann. Sank die Schlagfrequenz des Herzes unter 100 Schläge/min, oder stieg sie über 160 Schläge/min, befürwortete er eine künstliche Beendigung der Geburt. Seit dieser Zeit werden über die untere bzw. obere Grenze der normalen Herzfrequenz stark differierende Angaben gemacht.

A. Untersuchungsmethoden des fetalen Herzens

Auch heute noch ist der Geburtshelfer in fast allen Fällen auf die seit langem bekannte Auskultation des Herzens angewiesen, weil die technischen Apparate noch sehr aufwendig sind und bis heute selten voll befriedigende Ergebnisse zeitigten. An dieser Stelle soll nur die technische Herztonregistrierung besprochen werden, weil eine Beschreibung der Auskultation der fetalen HT') eine Wiederholung der entsprechenden Kapitel der Lehrbücher für Geburtshilfe wäre.

Die neueren Geräte entsprechen der allgemeinen Forderung der mit dem Thema - fetale HT - beschäftigten Autoren nach kontinuierlicher Überwachung der kindlichen HT. Alle seit 1925 beschriebenen Geräte befriedigen deshalb nicht, weil die um Zehnerpotenzen stärkeren Nebengeräusche eine fast nicht auszuschaltende Stör- und Fehlerquelle darstellen. Auch das fetale EKG erwies sich als kompliziert, da die Frage nach einer geeigneten Ableitung problematisch ist. Stander und Mitarbeiter (42) konnten 1963 befriedigende Ergebnisse über ein EKG unter der Geburt verzeichnen, indem sie eine Nadelelektrode an die Kopfhaut des Feten anlegten.

Erst die moderne Elektronik wird zu brauchbaren Apparaten führen, die eine einwandfreie, kontinuierliche HT-Aufzeichnung erlauben. Eines der neueren Geräte, das noch der klinischen Erprobung bedarf, wird von Hammacher (20) beschrieben. Da die Lautstärke der HT während der Geburt stark schwankt, wurden bei vorliegenden Gerät nicht einfach Verstärker, sondern Regelverstärker eingebaut, die Amplitudenschwankungen automatisch ausgleichen. Mit normalen Verstärkern kam es durch das Leiserwer-

den der HT oft zu Fehlanzeigen, z.B. scheinbarer Ausfall der HT. Die eigentliche Registrierung der HT beruht auf einem spezifischen Vergleich von Zeitintervallen, wie sie nur den Herzaktionen eigen sind. Nach einer Filterung der Tonfrequenz wird die Zeitdifferenz zweier aufeinanderfolgender HT gemessen. Diese wird gespeichert, bis die Zeitdifferenz aus zwei folgenden HT gemessen ist. Nun werden die Zeitdifferenzwerte elektronisch verglichen; sind sie innerhalb bestimmter Grenzen, gleich groß, ist die Messung brauchbar und kann in die HF') umgeformt und registriert werden. Störgeräusche enthalten keine zeitliche Information, die derjenigen vergleichbar wäre, die aus zwei beliebigen HT gewonnen wurde. Kommt es nun zum elektronischen Vergleich, stellt sich keine zeitliche Beziehung der Signale zueinander heraus, die Messung ist somit unbrauchbar und wird nicht registriert. Diese Methode ermöglicht sowohl eine zuverlässige Grenzwertanzeige, als auch eine selektive Registrierung der integrierten fetalen HF.

') Herztonfrequenz

B. 1.Das fetale Herz und seine normale Schlagfrequenz während der Schwangerschaft

Die Beobachung der Pulsationen des fetalen Herzens stellt gleichzeitig die Feststellung der ersten fetalen Organfunktion dar. HF von ungefähr 90 S/min') konnten schon bei 18-38 Tagen alten Embryonen beobachtet werden. Normalerweise sind die HT jedoch erst ab der 20.Schwangerschaftswoche hörbar. Oft können sie aber selbst am Ende des sechsten Schwangerschaftsmonats noch nicht sicher auskultiert werden.

Nach den Literaturangaben schwankt die normale HF in der Schwangerschaft zwischen 120 und 160 S/min, wobei häufig kurzfristige Frequenzänderungen von 30-40 % um den Mittelwert angegeben werden (38). Die Angaben sind von Autor zu Autor etwas modifiziert, so beträgt nach Auffassung von Brady (9) die normale HF bei wehenlosem Unterus 115-150 S/min. Diese Werte können sich jedoch während verschiedener Tage um $\pm$ 10 S/min verschieben.

Daß konstante HT eher eine Ausnahme als eine Regel sind, ist das Ergebnis einer Arbeit von Swartwout (43). Er stellte eingehende Untersuchungen an 36 schwangeren Negerinnen an, völlig normale Schwangerschaft vorausgesetzt. Bei bequemer Lage der Patientinnen nahm er 10-15 min lang ein EKG der fetalen HT auf. Durch Ausmessung der Abstände der QRS-Komplexe in Abhängigkeit von der Zeit errechnete er die HF.

') Schläge/min

2. Arrhythmien während der Schwangerschaft

Außer den Änderungen der HF können während der Schwangerschaft fetale Arrhythmien vorkommen, die meistens bedeutungslos sind und nicht mit denjenigen Arrhythmien verwechselt werden dürfen, die als Folge einer Asphyxie auftreten und nach Spreafico (41) ein Zeichen fetaler Schädigung sind. Unterscheidungsmerkmal soll eine stärkere Frequenzänderung vor oder nach dem Auftreten der Arrhythmie sein, die bei der harmlosen Art nicht vorkommt (38).

Tosetti (44) gibt die Häufigkeit der Arrhythmien mit 70 % aller fetalen HT an. Er konnte bei seinen Untersuchungen an Kindern, die selbst stärkere Arrhythmien zeigten, nach der Geburt keinerlei Schädigungen feststellen, d.h. alle Kinder wiesen nach der Geburt regelmäßige HT auf. Er unterschied drei Gruppen:

a) arrhythmische Serien von HT, die regelmäßig wiederkehrten,

b) gelegentliche Doppelschläge,

c) völlig arrhythmische Aktionen des fetalen Herzens.

Bei der ersten Gruppe, die 41 Beobachungen umfasste, konnte weder eine hypoxämische Schädigung noch eine Mißbildung festgestellt werden. Bei der zweiten Gruppe zeigten 9 von 16 Kindern bei der Geburt O_2-Mangel, jedoch keine Mißbildungen. Drei der Kinder starben; sie wiesen eine unregelmäßige Atmung auf. Bei der dritten Gruppe waren Mißbildungen und Veränderungen des fetalen Herzens die Hauptursachen der abnormen HT. Bei allen untersuchten Fällen lagen keine mechanischen Störungen, wie z.B. Nabelschnurumschlingung oder Nabelschnurknoten vor.

3. Die fetalen HT bei Schwangerschaftskomplikationen

Kornacki (30) untersuchte die fetalen HT bei 693 Frauen, die im letzten Schwangerschaftsdrittel wegen einer der folgenden Komplikationen stationär aufgenommen waren: Präeklampsie, Rh-Inkompatibilität, Übertragung, vorzeitiger Blasensprung, Herzfehler der Mutter, extragenitale Infektion, Thrombophlebitis, Zustand nach einer Operation wegen Vesico-vaginalfistel und Epilepsie. Bei diesen Fällen erhielt er folgende Ergebnisse:

1. Bei 13,8 % aller Frauen traten in den letzten Schwangerschaftsmonaten Komplikationen der fetalen HT auf, während diese bei den restlichen 86,2 % normal waren. Von den Kindern dieser 13,8 % Frauen starben 8,9 % perinatal, während alle Kinder mit normalen HT überlebten.
2. Die Indikation zur Schnittentbindung auf Grund von schlechten HT wurde während der Schwangerschaft häufiger als unter der Geburt gestellt. Von den Kindern mit Komplikationen der HT starben bei konservativer Behandlung perinatal 12,2 %, bei Schnittentbindung jedoch nur 3,3 %.
3. Sauerstoffzufuhr und intravenöse Gaben hochprozentiger Glucose blieben praktisch ohne Einfluß auf die fetalen HT

Dies stellte auch Swartwout (43) fest, der der Atemluft der Mutter zuerst O_2 und, nachdem sich keine Auswirkung auf die fetalen HT zeigte, 5 % CO_2 beimengte, was die HT des Kindes jedoch auch nicht veränderte.

C. 1. Die Herztonfrequenz während der Geburt

Bei der Uteruskontraktion treten nach Brady (9) sowohl tachy- als auch bradykarde Reaktionen von 10 - 25 S/min um die jeweilige HT-Mittellage auf, die maximal 48 sec anhalten. Hellman und Mitarbeiter (22) erhalten ebenfalls Ergebnisse, die denen von Brady entsprechen. Mit einem eigens für diese Untersuchung konstruierten Phonokardiographen, der eine sofortige, kontinuierliche Messung der HF erlaubt, untersuchten sie 200 Fälle, von denen jedoch nur 50 % verwertbar waren. Am häufigsten erhielten sie HT-Kurven, die eine wellenförmige Frequenzänderung mit einer Amplitude von 3 - 5 S/min und 20 sec Wellenlänge aufwiesen. Auch größere Amplituden und Wellenlängen kamen normalerweise vor, wobei die Amplitude mit der Wellenlänge zunahm. Stieg oder fiel die HF über 180 bzw. unter 100 S/min, diagnostizierten die Verff. eine intrauterine Asphyxie. Die Morbidität betrug in diesen Fällen 2,9 %, die dann auf 20 % anwuchs, wenn Bradykardie und Mekoniumabgang zusammentrafen.

Anderer Auffassung über die Auswirkung der Uteruskontraktion auf die HF ist Vasicka (46). Er zeigte mit einem Kardiotachometer, daß durch eine Unteruskontraktion normaler Stärke keine bemerkenswerte Beeinträchtigung der HT hervorgerufen wird.

Untersuchungen von Tosetti (44) ergaben, daß gelegentliche Schwankungen der fetalen HT, die auch hochgradig sein können, ohne Folgen für das Kind bleiben. Sie werden häufig gar nicht gehört. Tosetti zeigte mittels Phonokardiographie an 2500 Fällen, daß eine Registrierung der HT nach jeder Wehe oder alle 10 min nicht ausreicht, eine beginnende Hypoxie zu erfas-

sen. Die Grenzwerte von 100 bzw. 160 S/min werden nämlich innerhalb von 10 min erreicht, was dann bereits zu spät sein kann, wobei niedere HF viel gefährlicher sind als hohe. Da nun Schwankungen in gewissen Grenzen normal sind, gibt er als Indikation zum Eingreifen den kontinuierlichen Abfall an, bevor die HF bis zum Grenzwert abgesunken ist.

Über die physiologische Verlangsamung der fetalen HT existieren mehrere Auffassungen, die sich in zwei Gruppen einteilen lassen: Hirndruck- und Asphyxietheorie (3,19,34,40).

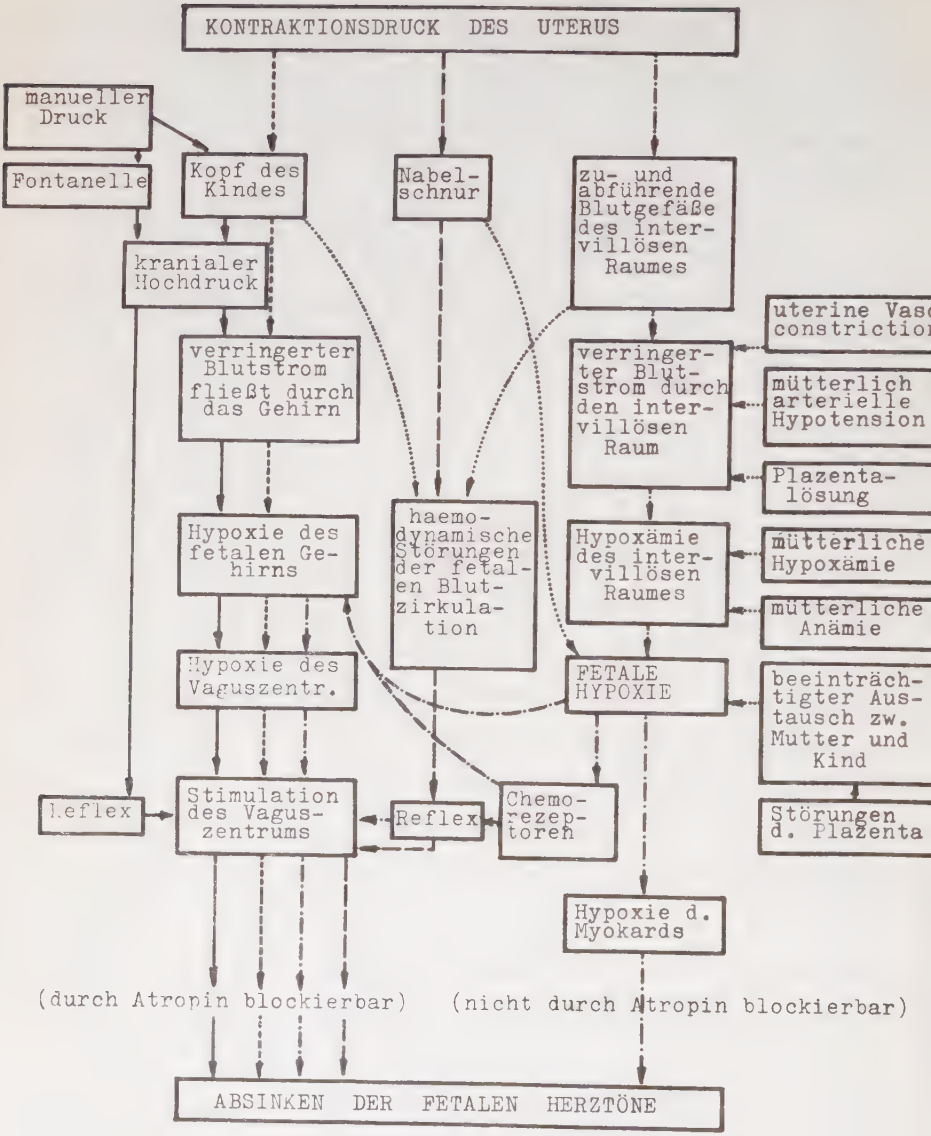
Die Hirndrucktheorie besagt, daß unter der Uteruskontraktion der Hirndruck erhöht wird, was zu einer Stimulierung des Vaguszentrums führt, derzufolge zwangsläufig die kindliche Herzfrequenz absinken muß. Ob nun dieser kraniale Hochdruck direkt als Reflex auf den Vagus wirkt, oder aber dadurch, daß der Druck den Blutstrom durch das Gehirn drosselt, sei dahingestellt. Im zweiten Fall würde der gedrosselte Blutstrom eine Hypoxie des fetalen Gehirns einleiten, was gleichzeitig wieder zur Stimulierung des Vaguszentrums führen wird.

Die Asphyxietheorie besagt, daß durch den Druck der Uteruskontraktion die Zu- und Ableitung des mütterlichen Blutes zur Plazenta beeinträchtigt wird, wodurch eine Hypoxämie im intervillösen Raum entsteht. Daraus resultiert eine fetale Hypoxie, die natürlich auch das Myokard betrifft und ein Absinken der Herzschlagfrequenz zur Folge hat.

Zwischen diesen zwei Haupttheorien gibt es nun noch einige Verbindungen und Varianten, sowie einzelne Faktoren, die in den Gesamtmechanismus eingreifen können. So beschreibt z.B. Hon (24) Versuche, bei denen Blutdruckwerte und Wehentätigkeit der Kreissenden sowie die Herztöne des Kindes gleichzeitig registriert werden. Wird nun bei der Mutter künstlich eine Hypo-

tension verursacht, resultiert daraus eine fetale Bradykardie, jedoch erst fünf Minuten nach dem Eintritt des mütterlichen Blutdruckabfalles. Die hier entstandene Bradykardie wird von Hon als Folge einer fetalen Hypoxie aufgefasst.

Diese Zusammenhänge sind in übersichtlicher Weise in einer Tabelle von Méndez-Bauer (32) dargestellt, sie soll deshalb auf der folgenden Seite - übersetzt aus dem Englischen - abgebildet werden:


KONTRAKTIONSDRUCK DES UTERUS
manueller Druck
Fontanelle
Kopf des Kindes
Nabelschnur
zu- und abführende Blutgefäße des intervillösen Raumes
kranialer Hochdruck
verringerter Blutstrom fließt durch das Gehirn
verringerter Blutstrom durch den intervillösen Raum
uterine Vaso constrictio
mütterlich arterielle Hypotension
Plazentalösung
Hypoxie des fetalen Gehirns
haemodynamische Störungen der fetalen Blutzirkulation
Hypoxämie des intervillösen Raumes
mütterliche Hypoxämie
mütterliche Anämie
Hypoxie des Vaguszentr.
FETALE HYPOXIE
beeinträchtigter Austausch zw. Mutter und Kind
Störungen d. Plazenta
Reflex
Stimulation des Vaguszentrums
Reflex
Chemorezeptoren
Hypoxie d. Myokards
(durch Atropin blockierbar)
(nicht durch Atropin blockierbar)
ABSINKEN DER FETALEN HERZTÖNE

Diese grundsätzlichen Zusammenhänge werden durch Eintrittseffekt, Blasensprung und Austreibungsperiode beeinflußt und sollen deshalb im Folgenden behandelt werden.

2. Der Eintrittseffekt

Tritt der vorangehende Kopf in den Beckeneingang ein, kann es zu einer Alteration der HT um mehr als 40 S/min kommen. Dieses Phaenomen wird von Gauss (18) als Eintrittseffekt bezeichnet. Fällt die HF unter 100, oder steigt sie über 160 S/min an, kann man auf eine Störung schließen, die meistens durch ein verengtes Becken verursacht ist. Es fällt ferner auf, daß die Verlangsamung der HF nicht im Augenblick des erreichten Höchstdruckes auftritt, sondern erst nach der Überwindung des Widerstandes, den der Beckeneingang für den tiefertretenden Kopf darstellt.

Gauss (18) erklärt dieses Phaenomen damit, daß es durch die plötzliche Druckentlastung, nach Überwindung des Beckeneinganges, zu einem Dekompressionsschock kommt. Bei diesem können zwei Vorgänge ablaufen, nämlich eine plötzliche Entspannung des Labyrinths führt zu einem vestibulo-respiratorischen Reflex, der ein Fallen von Blutdruck und Puls zur Folge hat. Die zweite Möglichkeit bestände darin, daß das Gehirn und besonders die Medulla oblongate eine mechanische Zerrung erleiden, wodurch die in der Tiefe liegenden Zentren gereizt werden. Dies bewirkt wiederum den vestibulo-respiratorischen Reflex mit seinen Wirkungen auf Pulsfrequenz und Blutdruck.

Gegenteiliger Ansicht wie Gauss ist Dierks (16). Er vertrat 1933 die Ansicht, daß die HT bei normalem Becken, sowohl beim Eintrittseffekt als auch beim Blasensprung, keine Alteration erfahren.

3. Blasensprung und Austreibungsperiode

Während der ganzen Eröffnungsperiode bleiben die HT relativ konstant. Erst mit dem Blasensprung treten unter den Wehen stärkere Schwankungen der HT auf. Dies beruht darauf, daß das Fruchtwasser während der Eröffnungsperiode - bei nicht gesprungener Fruchtblase - wie ein hydraulischer Stoßdämpfer wirkt, der nach dem Blasensprung fehlt. Dazu kommt noch eine Druckdifferenz vom Uterus zur Außenwelt, die auf den bereits außerhalb des Muttermundes stehenden Kopfteil wirkt und proportional der Stärke der Wehe anwächst. Diese Faktoren bewirken, daß die Wehen der Austreibungsperiode die HT stärker beeinflussen als in der Eröffnungsperiode. Häufig sinken die HT während dieser Phase bis auf 80 S/min ab, besonders dann, wenn die Wehen kräftig sind. Nach Brady (9) kann die HF sogar zwischen 50 und 190 S/min schwanken.

Dieses starke Absinken während der Presswehen ist durchaus als normal anzusprechen, solange die HF während der Wehenpause wieder auf ihre normale HF von 130 - 150 S/min ansteigt. Die Indikation zur Geburtsbeendigung auf Grund der fetalen HT ist nach Seitz-Amreich (38)') erst dann gegeben, wenn sich die HF während dreier Wehenpausen nicht bis zu mindestens 100 S/min

') Jaschke, Th.v. in Seitz-Amreich

erholt. Tosetti (44) rät außerdem zur Beobachtung der Lautstärke der HT, die deshalb eine große Rolle spielt, weil sich die Lage des Kindes nach dem Eintreten des Kopfes in das Becken nicht mehr wesentlich verändern kann. Er fügt der Forderung nach sofortigem Handeln bei kontinuierlicher Frequenzänderung der HT, als weiteres Signal die Änderung der Lautstärke hinzu.

Wird eine künstliche Beendigung der Geburt nicht rechtzeitig eingeleitet, so steigen die HT nach Seitz-Amreich (38)') vor dem Absterben des Kindes auf 160 - 180 S/min an, wobei oft starke Arrhythmien auftreten. Dies soll auf einer Lähmung des Vaguszentrums beruhen.

4. Tachy- und Bradykardie

Das Ansteigen der fetalen HT auf 160 S/min und darüber wird sowohl während der Eröffnungs- als auch während der Austreibungsperiode öfter beobachtet und ist kein Zeichen einer direkten Gefährdung des Kindes. Seitz (39) deutet es als Anzeichen für ein gewisses Unbehagen des Kindes, das wohl meist auf einem Zusammendrücken der Nabelschnur beruht. Durch die Kompression steigt der Widerstand im Kreislauf sofort an, was nur durch eine erhöhte HF ausgeglichen werden kann. Zu einer Nabelschnurkompression kann es kommen, wenn diese entweder zu lang oder zu kurz ist, oder ungünstig liegt. Häufig sind auch Umschlingungen und Knoten die Ursache der Tachykardie. Erwähnenswert ist noch, daß eine rhythmische Beschleunigung der HT eine günstigere Prognose hat als die arrhythmische.

') Jaschke, Th.v. in Seitz-Amreich

Die fetale Bradykardie ist die häufigste HT-Anomalie. Nach Uehlinger (45) ist sie umso häufiger, je stärker das Kind durch die Geburt in Mitleidenschaft gezogen wird. Ein Absinken der HF unter 100 S/min zeigten 4 % der lebensfrischen, 22 % der blau-, 43 % der weißasphyktischen und 50 % der totgeborenen Kinder. Das Zustandekommen der fetalen Bradykardie wurde bereits S.8 u.9 diskutiert.

5. Lage des Kindes in utero

Daß die Lage des Kindes in utero einen Einfluß auf die fetalen HT hat, stellte Sebok (37) an 111 nicht ausgewählten Geburten fest. Lage- und Haltungsanomalien erhöhen die HF nicht unerheblich. Nach Uehlinger verteilen sich die HT-Anomalien folgendermaßen auf die einzelnen Lagen:

physiologische Lagen (HHL)	7 %	zeigen Störungen der HT
Deflexionslagen	17 %	" " " "
Querlagen	20 %	" " " "
Beckenendlagen	32 %	" " " "

In derselben Reihenfolge nimmt die Asphyxiequote und die Mortalität der Kinder während der Geburt zu. Uehlinger kommt zu folgendem Schluß: "Unter den Geburten mit pathologischen HT finden sich nur halb so viele lebensfrische, dagegen fünf mal mehr asphyktische und vierzehn mal mehr tote Kinder als beim Durchschnitt."

6. Geburtenzahl der Mutter

Bei Erstgebärenden fand Sebok (37) zu Beginn der Geburt, wenn sich der Kopf noch nicht eingestellt hatte, eine bradykarde Reaktion des fetalen Herzens. Uehlinger (45) beschreibt, daß die Asphyxiegefährdung bei Erstgebärenden größer, bei Zweit- und Drittgebärenden kleiner und bei Viertgebärenden gleich dem jeweiligen Durchschnitt aller - auf die einzelnen Gruppen entfallender - Fälle ist.

7. Nabelschnurkompression und Vagotonie

Daß Nabelschnurkomplikationen häufig für HT-Anomalien verantwortlich sind, wird von keinem Autor in Frage gestellt. Auch hier ist der Mechanismus noch nicht eindeutig geklärt. Hon (27) zeigte, daß sich durch Abdrücken der Nabelschnur ein Vagustonus hervorrufen läßt, der durch Atropin entweder behoben oder aber zumindest beeinflußt werden kann. Außerdem erzeugte er während einer Sectio durch Abdrücken der Nabelschnur HT-Arrhythmien, die nach der Geburt ebenso wieder verschwanden wie die meisten der nicht künstlich verursachten Arrhythmien. So zeigt ein großer Teil der Kinder, die während der Geburt HT-Arrhythmien aufwiesen, Nabelschnurkomplikationen und mekoniumhaltiges Fruchtwasser.

In einer anderen Arbeit betont Hon (26) jedoch, daß die Bradykardie beim Abdrücken der Nabelschnur zwar zu O_2-Mangel am fetalen Myokard führt, daß die hauptsächliche Ursache jedoch in Vagusreflexen zu suchen sei, da die Gabe von reinem O_2 das fetale Unbehagen meist nicht beseitigt, während Atro-

pan immer die fetalen Herzaktionen verändert. Hon zieht den Schluß, daß auf Grund der Zeichen des fetalen Unbehagens nicht immer auf eine fetale Hypoxie geschlossen werden darf, die in erster Linie von Bedingungen der Mutter oder dem Blutfluß im intervillösen Raum der Plazenta bestimmt wird, sondern daß vor allem Vagusreflexe in Betracht gezogen werden müssen.

Daß Nabelschnurkompression zu Vagotonie führt, geht auch aus einer früheren Arbeit von Hon und dessen Mitarbeiter (25) hervor. Sie führten bei 100 Frauen, bei denen die fetalen HT schwankten, und vor allem zu niedrig lagen, elektronische HT-Kontrollen durch. Als Ursache für die besagten Störungen gaben die Kliniker folgende Gründe an: Steigender intrakranieller Druck, zu starke Wehen, zu niedriger mütterlicher Blutdruck und Nabelschnurkompressionen. In den meisten Fällen stellte sich eine Nabelschnurkompression heraus. Eine Zufuhr von Atropin änderte die HT deutlich. Hon (25) nimmt deshalb an, daß die fetale Bradykardie in einer Reihe von Fällen nichts anderes darstellt als einen Adaptationsmechanismus, der jedoch nicht durch Sauerstoffmangel, sondern durch Vagotonie verursacht wird.

Auch im Mekoniumabgang darf nicht nur eine hypoxische Stimulation der Baucheingeweide gesehen werden. Es muß auch hier ein Ansteigen des Vagustonus in Betracht gezogen werden. Aus diesen Beobachtungen schließen die Autoren, daß eine Verlangsamung der fetalen HT nicht notwendigerweise auf einer Schädigung des Kindes beruht, was sich auch am postpartalen Verhalten der Kinder erwies.

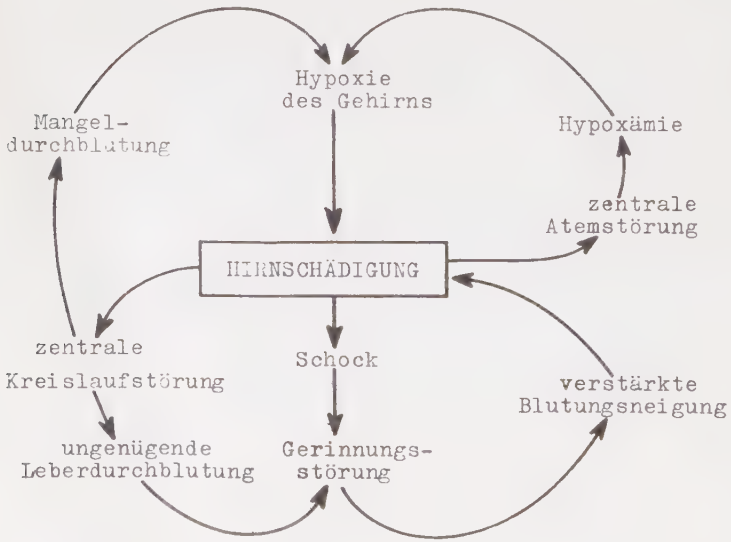
8. Hirnschädigungen und fetale Herztöne

Eine wesentliche Stütze der Hirndrucktheorie über die fetale Bradykardie stellten die Erkenntnisse über die Auswirkungen des Druckes auf das fetale Gehirn dar. Chung (13) erzeugte bei 18 von 29 Feten dadurch eine bradykarde Reaktion von durchschnittlich 35 S/min unter die Herztonnormallage, daß er bei vaginaler Untersuchung mit dem Finger einen Druck auf den kindlichen Kopf ausübte. Als er statt des Fingers einen Hartgummipessar benutzte, der einen Druck von 20 - 52 mm Hg auf den kindlichen Kopf ausübte, verlangsamten sich die Herztöne bei 18 der 19 untersuchten Feten um 49 S/min. Besonders starke Bradykardie, z.T. mit Irregularitäten, traten bei solchen Feten auf, die schon durch Sauerstoffmangel geschädigt waren. Nach Kelly (28) tritt eine Verlangsamung der Herztöne dann auf, wenn der Druck auf die Schädelkalotte 30 - 40 mmHg übersteigt. Der maximale Fruchtwasserdruck bei der Spontangeburt kann ungefähr 120 mmHg betragen. Steigt der Schädelhirndruck während der Geburt noch weiter, führt das zu Verletzungen des Gehirns und zu Spätschäden desselben. Zu hohe Druckverhältnisse können folgende Ursachen haben:

1. knöchernes Mißverhältnis des mütterlichen Beckens,
2. Weichteilmißverhältnis des mütterlichen Beckens,
3. abnorm starke Wehentätigkeit,

4. Operative Entbindung

Die Hirnschäden bestehen meistens aus einer Unterbrechung der Blutzirkulation mit der Auswirkung auf Vaguszentrum und fetales Herz, Zerreißung der Hirnhäute und Schädelknochenbrüchen. Zacherl (51) stellte fest, daß intrakranielle Läsionen in 1,26 % aller Klinikgeburten auftraten, wobei die Mortalität in dieser Gruppe 69 % betrug. Die hohe Sterblichkeit (ungefähr 10 %) bei Beckenendlagengeburten basiert ebenfalls auf der zu starken Belastung des kindlichen Schädels. 75 % aller Geburtsverletzungen bestehen aus intrakraniellen Läsionen. Haupt (21) stellt in einer einfachen schematischen Darstellung die Wechselwirkungen zwischen gestörten vegetativen Funktionen, sonstigen Einflußfaktoren und Hirnschädigung in einer übersichtlichen Abbildung dar, die hier wiedergegeben werden soll:



Daß Hirnschäden aber erst Jahre später manifest werden können, beschreibt Schachter und Apgar (35). Sie untersuchten von 1948-1950 156 Kinder, von denen 60 bei der Geburt asphyktisch waren. Bei abschließend angestellten Testen ergab sich zwischen dem Intelligenzquotient und der Sauerstoffsättigung des Blutes bei der Geburt kein Zusammenhang. Bei im Jahre 1957 angestellten Nachuntersuchungen stellte sich heraus, daß der Intelligenzquotient bei den Kindern, die asphyktisch geboren wurden, niedriger lag. Drei von acht Tests zur Beurteilung von Intelligenz und besonders Psyche der 156 Kinder zeigten signifikante Unterschiede, die als Hirnschäden bei den asphyktisch Geborenen gedeutet werden können.

MATERIAL

Sämtliche Fälle, die zur Auslese, und damit zur Bearbeitung kamen, entstammen den Geburtsjournalen der Universitäts-Frauenklinik Tübingen. Insgesamt wurden 5235 Journale vom 1.5.1961 bis 30.4.1964 überprüft. Aus diesen wurden 630 Fälle ausgesucht, die den im folgenden beschriebenen Forderungen nach normal verlaufender Geburt, entsprachen.
Schon bei der ersten Durchsicht des Materials ergab sich, daß nur ein geringer Prozentsatz aller Geburten normal ') verlaufen. Es stellte sich somit die Forderung, bestimmte Kriterien aufzustellen, die eine systematische Auslese der Fälle erlaubten. In der Statistik bleiben diejenigen Geburten unberücksichtigt, die folgende Störfaktoren aufwiesen:

a) Störungen von Seiten der Mutter:
   - Toxikosen (Eklampsien, Präeklampsien)
   - Beckenanomalien
   - Sturzgeburt
   - intrauterine Infektion
   - Herzschäden und Anämie

b) Störungen von Seiten des Kindes:
   - Übertragungen
   - Frühgeburten
   - Mißbildungen
   - Lage- und Haltungsanomalien
   - vor- oder frühzeitiger Blasensprung

') im Sinne unserer Auswahl

c) von Seiten des Uterus:

Geburtsstillstand

Wehenschwäche

Krampfwehen

Uterus myomatosus

d) Störungen von Seiten der Plazenta:

vorzeitige Lösung

Plazenta praevia

e) Störungen von Seiten der Nabelschnur:

Vorliegen

Vorfall

Umschlingungen und Knoten

zu kurze oder zu lange Nabelschnur

f) Geburtshilfliche Operationen:

Manualhilfe

Extraktionen

Zangenentbindung

Sektion

STATISTISCHE UNTERSUCHUNGEN

METHODIK

Als Arbeitshypothese diente die Annahme, daß selbst bei diesen völlig normal verlaufenden Geburten eine unterschiedliche Belastung des Kindes eintritt und daher Differenzen der fetalen HF in einigen Vergleichsgruppen vorhanden sind. Infolgedessen wurden für Erst-, Zweit- und Mehrgebärende je eine Tabelle angelegt, in denen folgende Daten festgehalten wurden: 1.kindliche HT, 2.Geschlecht, Gewicht und Länge des Kindes, 3.Alter der Mutter. Die HT sollten bis 5 h vor dem Zeitpunkt der Geburt aufgezeichnet werden. Bei der Anlage dieser Tabellen stellte sich heraus, daß die Fälle, bei denen die HT 5 h lückenlos aufgezeichnet sind, besonders bei Zweit- und Mehrgebärenden, selten sind. Die Begründung dafür dürfte in der Tatsache zu suchen sein, daß die durchschnittliche Geburtsdauer bei Mehrgebärenden kürzer als bei Erstgebärenden ist. Die Aufzeichnung der HT wurde somit bei der Gruppe der Zweit- und Mehrgebärenden auf drei Stunden vor dem Zeitpunkt der Geburt beschränkt.

Als nahezu ebenso selten wie eine fünfstündige Aufzeichnung der HT stellte sich das rechtzeitige Eintreffen des Blasensprungs heraus - also bei vollständige verstrichenem Muttermund am Ende der Eröffnungsperiode. Aus diesem Grund stellte sich die Frage nach dem Einfluß des vor- bzw. frühzeitigen Blasensprungs auf die kindlichen Herztöne. Dies zu untersuchen entstanden zwei weitere Gruppen: gänzlich normale Geburten mit vor- bzw. frühzeitigem Blasensprung. Beim Sammeln des Materials

fiel weiterhin auf, daß bei den Erstgebärenden, die das 25. Lebensjahr überschritten hatten, die Komplikationsquote höher lag als bei Frauen, die das 25. Lebensjahr noch nicht erreicht hatten. Um auch diese Frage nach einem Unterschied zwischen den Erstgebärenden unter bzw. über einem Alter von 25 Jahren zu klären, wurde die Gruppe der Erstgebärenden in zwei entsprechende Gruppen aufgespalten.

Bei all diesen Gruppen wurden nur Fälle berücksichtigt, deren Geburtsdauer höchstens 20 Stunden betrug. Die Berechtigung dieser Begrenzung sollte durch eine weitere Tabelle - Geburten mit über 20 Stunden Geburtsdauer - bestätigt werden.

Im Verlauf der Arbeit, und bei der strengen Auslese der Fälle konnte bei nahezu keinem Fall ein Ansteigen der Herztöne über 150 oder Abfallen unter 120 Schläge/min festgestellt werden. Um nun dieses vorläufige Ergebnis zu bestätigen, entstand noch eine weitere Gruppe. In diese wurden solche Fälle eingereiht, die anscheinend normal abliefen, also Spontangeburten von lebenden Kindern zeitigten, jedoch Herztöne von über 150 oder unter 120 Schlägen/min aufwiesen.

Zur Ausarbeitung kamen somit folgende Gruppen, von denen jeweils 100 Fälle ausgesucht wurden:

I. Geburten mit rechtzeitigem Blasensprung
und bis 20 Stunden Geburtsdauer

1.Erstgebärende bis 25 Jahre alt

1.a Erstgebärende über 25 Jahre alt

2.Zweitgebärende

3.Mehrgebärende

II. Geburten mit regelwidrigem Blasensprung

4. frühzeitigem Blasensprung

5. vorzeitigem Blasensprung

III. Geburten mit Abnormitäten

(jeweils 50 Fälle)

6. Spontangeburten mit über 20 Stunden Geburtsdauer

7. Spontangeburten mit einer Herztonfrequenz unter 120 oder über 150 S/min

Bei der Gruppe 1.a konnten in dem untersuchten Zeitraum nur 30 Fälle gewonnen werden, die den vorgenannten Forderungen nach normalem Verlauf entsprachen. Der Anschaulichkeit wegen sei auf der folgenden Seite ein Muster einer der angelegten Tabellen wiedergegeben:

I-para, bis 25 Jahre, rechtzeitigem Blasensprung und einer Geburtsdauer bis 20 h.

Journal-nummer [1964]	Alter [Jahre]	Geschlecht Kindsgewicht Größe [gr / cm]	durch-schnittliche Herzfrequenz	Herztöne - [Stunden vor der Geburt] 5h	15	30	45	4h	15	30	45	3h	15	30	45	2h	15	30	45	1h	15	30	45	Geburt
.	.	. . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	. . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
431	24	♂ 3110 51	139,8	148	144	148	140	132	132	136	136	132	140	140	148	144	136	136⊗	132	148	144	144	136	
90	24	♀ 3350 51	138,6	144	144	136	140	140	136	136	136	140	136	144	140	140	144	136	140	132	148⊗	140	128	
.	.	. . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	. . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	. . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	. . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	. . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
[1961] 728	21	♂ 3600 52	137,6	128	140	132	148	144	140	144	140	140	140	136	140	144	140	136	144	132	⊗124	140	120	
																			X					
n = 100			durchschnittliche Herzfrequenz pro 15 min - Schritt	138,66	138,30															135,06	133,48	131,69	127,74	

X = durchschnittl. Blasensprung ⊗ = Blasensprung

Die bei den vorliegenden Untersuchungen angewandten Formeln und Testverfahren

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen mußte öfter geprüft werden, ob unterschiedliche Beobachtungsergebnisse bei den verschiedenen Gruppen von Gebärenden auf grundlegende Unterschiede hinweisen oder ob die Unterschiede auf zufällige Schwankungen zurückgeführt werden können.

Bei der graphischen Darstellung der Mittelwerte einzelner Gruppen ergaben sich zum Teil erhebliche Abweichungen einer Gruppe von der anderen. Es wird deshalb die Hypothese aufgestellt, daß sich die zwei Gruppen grundsätzlich unterscheiden. Die Richtigkeit dieser Hypothese zu prüfen, wurde der sogenannte "t-Test" angewandt, der, allgemein ausgedrückt, der Beurteilung der Mittelwerte zweier getrennter Meßreihen dient.

Da der Mittelwert allein kein genaues Bild über die Einzelwerte abgibt, aus denen er errechnet wurde, mußten verschiedentlich Häufigkeitsverteilungen aufgestellt werden. Diese ermöglichen eine genaue Aussage über die Einzelwerte und deren Verteilung über ein bestimmtes Feld. Sodann ist es mit Hilfe dieser Häufigkeitsverteilung möglich, genaue Prozentangaben der Gesamtfälle zu machen, die sich zwischen zwei bestimmten Grenzen befinden. Die Häufigkeit ist nämlich der von der Kurve eingeschlossenen Fläche proportional, wenn die gefundene Verteilung einer Gauß'schen Normalverteilung, der sogenannten "Glockenkurve" entspricht.

Formeln:

Bei einer Reihe von n Daten, sind x_1, x_2, ...x_n die einzelnen Werte dieser Daten; allgemein nennt man diese Werte x_i. Ihr Mittelwert ist $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ F1 ')

$\sum$ ist das Zeichen für Summe

Um nun die Genauigkeit einer Messung oder deren Mittelwerte beurteilen zu können, ermittelt man den mittleren Fehler des Einzelwertes $sx = \pm \sqrt{\frac{\sum(\bar{x}-x_i)^2}{n-1}}$ F2

Dieser mittlere Fehler des Einzelwertes wird auch Variabilität, Schwankungsbreite oder Standardabweichung des Einzelwertes genannt. Wird aus diesen Einzelwerten ein Mittelwert gebildet, so gilt für ihn folgende Variabilität:

mittlerer Fehler des Mittelwertes

$$s\bar{X} = \pm \frac{sx}{\sqrt{n}} \qquad F3$$

Es ist noch zu beachten, daß 2/3 der Einzelabweichungen $(\bar{x}-x_i)$ kleiner als der mittlere Fehler des Einzelwertes sein müssen, da sonst die Meßreihe zu klein ist.

Der "t-Test". P ist ein Maß für die Wahrscheinlichkeit und ist von t und m abhängig, wobei t zu einem System mit m = (n-1) Freiheitsgraden gehört.

Es gilt: $t = \frac{D}{sD}$ F4

wobei $D = \bar{X}_a - \bar{X}_b$ ist. F5

($\bar{X}_a$ und $\bar{X}_b$ sind die Mittelwerte der zwei zu vergleichenden Meßreihen a und b).

$$sD = (s\bar{X}_a)^2 + (s\bar{X}_b)^2 \qquad F6$$

Aus einer Tabelle über die Verteilung von t ermittelt man nun das für t und m = (n-1) zugehörige P

') F1 = Formel 1

Dabei gibt es vier Möglichkeiten:

ist P >	0,05	besteht kein Grund, die Differenz nicht als zufällig anzusehen,
ist P <	0,05	sind Zweifel an der Übereinstimmung begründet,
ist P <	0,01	ist die Differenz schwach gesichtert,
ist P <	0,001	ist die Differenz gut gesichert.

Anwendbar ist der t-Test nur, wenn die zu vergleichenden Mittelwerte aus derselben Anzahl von Einzelwerten bestimmt wurden.

ERGEBNISSE

A. Fetale Herztonfrequenz und Zeitpunkt der Geburt

Bei den auf S.23 u.24 beschriebenen Gruppen soll untersucht werden: 1. Durchschnittliche HF des Kindes zu einem bestimmten Zeitpunkt der Geburt.

2. Veränderung der HT während der Geburt.

Da die fetalen HT während der Wehenpausen in Abständen von 15 min kontinuierlich von drei bzw. fünf Stunden vor dem Zeitpunkt der Geburt bis zur Geburt, gemessen und aufgezeichnet wurden, konnte nur alle 15 min ein Wert aufgezeichnet werden, d.h. von jedem Fall liegt ein Intervall von 3 bzw. 5 h vor, mit 12 bzw. 20 Meßwerten. Wie auf S.25 dargestellt, wird jede 15. Minute durch eine Reihe von 100 Werten repräsentiert. Es wurden nun gemäß F1 die Mittelwerte ($\bar{x}$) aus diesen 12 bzw. 20 Reihen gebildet. Diese Werte wurden graphisch dargestellt und ausgewertet (Fig.1).

Schon bei oberflächlicher Betrachtung des Diagramms fällt die Zweiteilung der Kurven in einen geraden und einen steilen Abschnitt auf. Der Zeitpunkt,an dem die Kurven abknicken, ist bei Erst-, Zweit- und Mehrgebärenden verschieden und zwar liegt er bei den Erstgebärenden 1 1/2 h, bei Zweit- und Mehrgebärenden 45 min vor dem Zeitpunkt der Geburt. Inwieweit dieses Absinken der HT mit dem Blasensprung in Zusammenhang steht, soll später erörtert werden.

Es fällt weiterhin auf, daß die durchschnittliche HF der Erst-, Zweit- und Mehrgebärenden im geraden Abschnitt der Kurven außerordentlich konstant bleibt, normale Geburtsverhältnisse gemäß den Auswahlbedingungen von (S.25) vorausgesetzt.

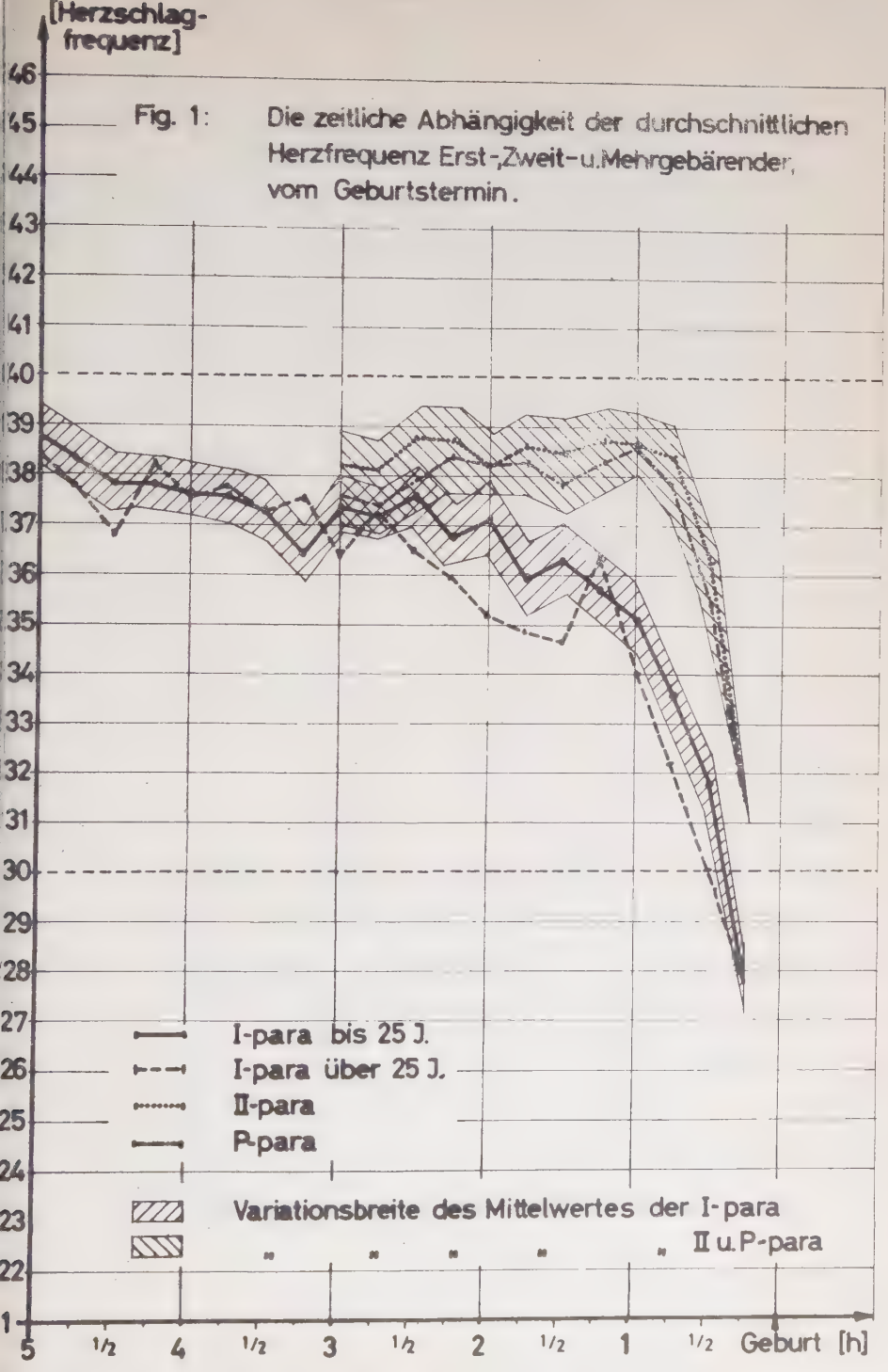


Fig. 1: Die zeitliche Abhängigkeit der durchschnittlichen Herzfrequenz Erst-,Zweit-u.Mehrgebärender, vom Geburtstermin.

Das Diagramm zeigt zwar einen gezackten Verlauf, man muß sich jedoch vergegenwärtigen, daß die Schwankungen bei einer möglichen Schwankungsbreite von mindestens 30 HT, maximal nur 0,9 HT betragen. Aber trotz der geringen Amplitude der Schwankungen stellt sich die Frage, ob dieselben im geraden Teil der Kurven zufällig sind oder nicht. Zur Beurteilung dieser Frage wird die Schwankungsbreite jedes einzelnen Mittelwertes ($s\bar{x}_i$) benötigt, die gemäß F3 für folgende Zeitpunkte errechnet wurde:

Erstgebärende:	5 hvG')	$s\bar{x} = \pm 0{,}59$ HT
	3 "	$s\bar{x} = \pm 0{,}52$ HT
	2 "	$s\bar{x} = \pm 0{,}67$ HT
	1 "	$s\bar{x} = \pm 0{,}69$ HT
Zweitgebärende:	3 "	$s\bar{x} = \pm 0{,}58$ HT
Mehrgebärende:	3 "	$s\bar{x} = \pm 0{,}49$ HT
	2 "	$s\bar{x} = \pm 0{,}59$ HT
	1 "	$s\bar{x} = \pm 0{,}55$ HT

Trägt man diese Schwankungsbreite in das Diagramm ein, so erhält man ein Kurvenband, das alle mathematisch möglichen Orte erfasst, die die jeweiligen Mittelwerte einer Zeitreihe einnehmen können. Die Kurvenbänder der Zweit- und Mehrgebärenden überlappen sich in jedem Zeitpunkt um mindestens die Hälfte der zugehörigen Standardabweichung, so daß für sie ein gemeinsames Band gezeichnet werden kann, das die volle Schwankungsbreite beider Kurven umfasst.

Gelingt es, in diese Kurvenbänder eine Gerade oder eine geglättete Kurve hineinzulegen, so ist dies nichts weiter als

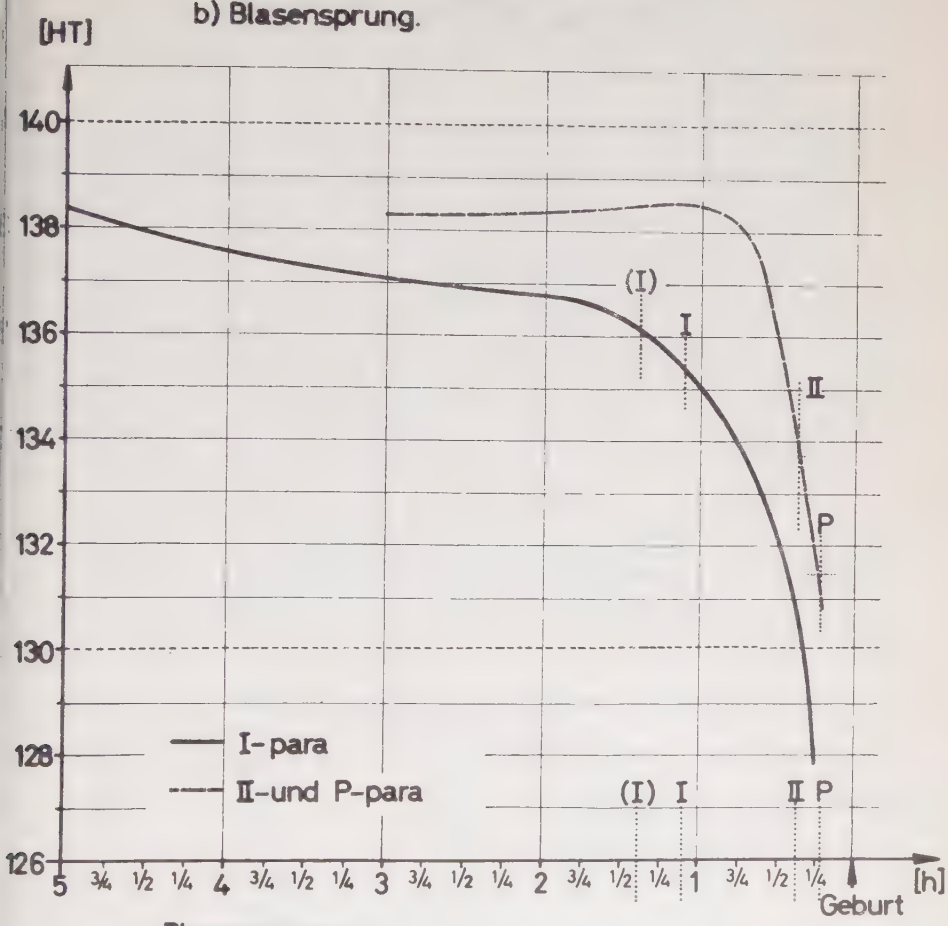
eine andere, zufällige Aneinanderreihung möglicher Mittelwerte. Da dies in Fig.2 dargestellt werden konnte, muß gefolgert werden, daß die tatsächlich errechneten Schwankungen zufälliger Natur sind.

1. Unterschied zwischen der durchschnittlichen fetalen HF von Zweit- und Mehrgebärenden

Wie oben schon erwähnt, überlappen sich die Kurvenbänder der Zweit- und Mehrgebärenden zu jedem Zeitpunkt ab 3 hvG um mehr als die Hälfte der jeweiligen Standardabweichung des Mittelwertes. Die Hypothese, daß zwischen den zwei Kurven trotzdem eine Differenz besteht, ist mathematisch nicht haltbar. Eine signifikante Differenz zwischen den Kurven der Zweit- und Mehrgebärenden wäre erst dann gegeben, wenn der Abstand der zwei Kurven mehr als der dreifache mittlere Fehler des Mittelwertes wäre. Zur mathematischen Absicherung wurde mit Hilfe des t-Testes noch für die beiden Mittelwerte der zwei Zeitreihen - 3 hvG') - eine Varianzanalyse gemacht. Gemäß F4 wurde ein t-Wert von 0,84 errechnet, für den laut t-Wert-Tabelle die Wahrscheinlichkeit $P > 0,05$ ist. Die nach Fig. 1 erhaltene Differenz ist somit rein zufällig, was dazu berechtigt, die Kurven der Zweit- und Mehrgebärenden zu einer einzigen zusammenzufassen, wie das in Fig.2 geschah. Es ist höchstens eine gewisse Tendenz der fetalen HT der Zweitgebärenden denkbar, indem alle durchschnittlichen HT dieser Gruppe um 1/2 Ton höher liegen als die jeweiligen HT-Mittelwerte der Mehrgebärenden.

') Stunden vor dem Zeitpunkt der Geburt

Fig. 2: a) Veränderungen der Kurven von Fig. 1 innerhalb der Schwankungsbreite derselben.
b) Blasensprung.



Blasensprung:

(I) = I-para über 25 J. alt: ~ 83 min. vor der Geburt
I = I-para bis 25 J. alt: ~ 66 min. " " "
II = II-para: ~ 21 min. " " "
P = P-para: ~ 13 min. " " "

2. Unterschied zwischen der durchschnittlichen fetalen HF von Erstgebärenden und der zusammengefassten Gruppe der Zweit- und Mehrgebärenden

Zunächst soll der Beweis erbracht werden, daß zwischen Erst- und Mehrgebärenden statistisch überhaupt eine Differenz angenommen werden darf. Nach den Durchschnittswerten und deren Schwankungsbreite zu schliessen, laufen die zwei Kurven erst 2 1/2 hvG auseinander, und sind erst ab hier als zwei getrennte Kurven anzusprechen, während sie zuvor, also z.B. 3 hvG nur zufällig getrennt sind (Fig.1). 1 hvG liegt die Kurve der Mehrgebärenden 3 1/2 HT - bei 138,6 - über der der Erstgebärenden, die bei 135,1 S/min liegt.

Mittels des t-Testes soll nun diese Hypothese bestätigt werden. Für den Mittelwertvergleich wurde das nähergelegene Diagramm der Mehrgebärenden verwendet. Es ergaben sich folgende t-Werte:

3 hvG:	t = 0,31	daraus P >	0,05	: keine Differenz
2 hvG:	t = 1,37	" P >	0,05	: " "
1 hvG:	t = 3,94	" P <	0,001	: stark signifikante Differenz

Interpretation: Die oben beschriebene Hypothese ist richtig, jedoch läßt sich eine signifikante Differenz erst 1 3/4 hvG feststellen, während nach Fig.1 eine Tendenz zum Auseinanderweichen der Kurven bereits 2 1/2 hvG erkennbar ist.

Während der letzten Stunde vor der Geburt bleibt dann die Differenz von 3 1/2 HT, wie sie 1 hvG besteht, zwischen den 2 Kurven erhalten.

3. Unterschied zwischen der durchschnittlichen fetalen HF von Erstgebärenden bis zu einem Alter von 25 und Erstgebärenden über 25 Jahren in Abhängigkeit von der Zeit der Geburt

Die Hypothese lautet hier, daß die auffälligen Abweichungen und Schwankungen der Kurve der Erstgebärenden über 25 Jahren und der der Erstgebärenden unter 25 zufällig sind und darauf beruhen, daß nur 30 Fälle gesammelt werden konnten.

Da beim t-Test nur Mittelwerte aus gleich vielen Einzelmessungen verglichen werden können, ist er in diesem Fall nicht anwendbar. Nach der Ermittlung der mittleren Fehler der Durchschnittswerte gemäß F2 und F3 erübrigte sich eine Varianzanalyse jedoch, da sich die Standardabweichungen der Mittelwerte der zwei Kurven in jedem Punkt stark überschneiden. Im einzelnen ergaben sich folgende Werte:

Zeitpunkt:	Abstand der Kurven:	Standardabweichung der Mittelwerte der I-para über 25 J.:
5 hvG	0,33 HT	$s\bar{X} = \pm$ 0,87 HT
3 hvG	0,99 HT	$s\bar{X} = \pm$ 1,18 HT
2 hvG	1,97 HT	$s\bar{X} = \pm$ 1,32 HT
1 hvG	1,31 HT	$s\bar{X} = \pm$ 1,39 HT

Der $s\bar{X}$-Wert - 2 hvG - erreicht die andere Kurve nicht ganz, da aber von dieser ebenfalls eine Standardabweichung von $s\bar{X} = \pm$ 0,67 vorliegt, überlappen sich die Schwankungswerte auch hier noch um 0,2 HT. Es besteht somit kein Grund zur Annahme, daß sich die durchschnittliche HF der Erstgebärenden unter 25 von der Erstgebärenden über 25 Jahren von einander signifikant unterscheiden.

4. Frequenzverlauf der fetalen HT von Erst-, Zweit- und Mehrgebärenden während einer Zeitspanne von 5 bzw. 3 hvG

Nach diesen Abgrenzungen der drei Gruppen - Erst-, Zweit- und Mehrgebärenden - gegeneinander soll nun die Frequenzänderung im einzelnen beschrieben werden.

a) Erstgebärende: Bei ihnen zeigt das Diagramm von 5-1 1/2 hvG einen leichten Abfall der HF von 138,4 auf 136,4 S/min. Die HT fallen also im Zeitraum von 3 1/2 h nur um durchschnittlich 2 HT, d.h. aber, daß die fetalen HF während der Eröffnungsperiode nahezu konstant bei 136-139 S/min verharrt, mit leicht absinkender Tendenz, vorausgesetzt, daß nur in den Wehenpausen auskultiert wird. Durchschnittlich 1 1/2 hvG beginnt ein immer steiler werdender Abfall der HT von 136,3 auf 127,8 S/min, das sind 8,5 HT pro 1 1/2 h.

Genau genommen sind es nach Fig.2 nur 1 1/4 h, da die HT ja nicht bis zur eigentlichen Geburt des Kindes aufgezeichnet sind, sondern nur bis 15 min vorher. Die Werte - 1/4 hvG - sind aber meist direkt vor der eigentlichen Geburt in die Geburtsjournale aufgenommen worden, was daraus hervorgeht, daß in dem dafür vorgesehenen Fach der Journale meistens mehrere Werte verzeichnet sind. Aus diesen Werten wurde das arithmetische Mittel gezogen und in den hier zur Auswertung gekommenen Tabellen registriert. Der Wert - 1/4 hvG - ist somit nicht als momentan aufzufassen, wie er in Fig.1 und Fig.2 dargestellt wurde, er repräsentiert

vielmehr gleichmäßig die letzten 15 min vor der Geburt. Dasselbe gilt eingeschränkt auch für den Wert - 1/2 hvG.

Errechnet man das durchschnittliche Absinken der HT/h, so ergibt sich, daß die fetalen HT im Steilteil der Kurve genau zehn Mal so schnell absinken wie im Flachteil. Es wäre aber falsch zu sagen, die HF sinkt in der Austreibungsperiode zehn Mal schneller als in der Eröffnungsperiode, da die mit Steil- bzw. Flachstück bezeichneten Kurventeile nicht genau mit diesen Begriffen identisch sein müssen, was unten an Hand des Blasensprungs') erläutert werden soll. Es ist vielmehr richtiger zu sagen, daß die fetalen HT bei Erstgebärenden - 1 1/2 hvG - vielleicht auf Grund der anderen Wehenart (Presswehen), die hier einsetzt, absinken. Es muß an dieser Stelle aber betont werden, daß das Absinken der Kurve nicht identisch mit den Wehen der Austreibungsperiode ist, da ausschließlich in den Wehenpausen auskultiert wurde.

b) Mehrgebärende: Im Gegensatz zu den Erstgebärenden zeigt der flache Kurventeil der Mehr-, zu denen auch die Zweitgebärenden gezählt werden (s.o.), keinen Abfall, sondern ein Stagnieren der HF zwischen 138 - 139 S/min. Genaue Aussagen können aber nur über den Zeitraum - 3 hvG bis zur Geburt - gemacht werden, jedoch ist die Vermutung berechtigt, daß die Kurve im Zeitraum von 3-5 hvG mit der der Erstgebärenden identisch ist, da die Kurve der Mehrgebärenden zum Zeitpunkt - 2 1/2 hvG - in die Kurve der Erstgebärenden einmündet. Der Flachteil, oder mit Einschränkung die

') in Beziehung zum untersuchten Material

Eröffnungsperiode reicht bei den Mehrgebärenden bis 45 min vor die Geburt. Dann erfolgt ein abrupter Abfall der fetalen HF von 138,3 auf 131,3 S/min. Das sind in der Hälfte der Zeit wie bei den Erstgebärenden, in 45 min, 7 HT. Der Abfall ist nahezu linear im Vergleich zu dem der Erstgebärenden, der entfernt einer Tangens-Funktion ähnelt. (Fig.2)

Am Geburtstermin ') zeigen somit Kinder von Zweit- und Mehrgebärenden eine um durchschnittlich 3 1/2 HT höhere Frequenz (131,5 HT) als diejenigen der Erstgebärenden (128 HT).

5. Der rechtzeitige Blasensprung bei Erst-, Zweit- und Mehrgebärenden

Der rechtzeitige Blsp '') bei voll verstrichenem Muttermund stellt laut Lehrbuch die Grenze zwischen der Eröffnungs- und Austreibungsperiode dar. Betrachtet man daraufhin die Diagramme der durchschnittlichen HT der Erst- und Mehrgebärenden, so würde man erwarten, daß der Blsp jeweils im Knick der Kurven liegt, weil hier "offensichtlich" die Eröffnungs- in die Austreibungsperiode übergehen könnte. Die Austreibungsperiode dauert nach Lehrbuch bei den Mehrgebärenden 1/2 - 1 h, bei Erstgebärenden 2 - 3 h. Mit diesen stimmt das Abknicken der zwei Kurven wesentlich besser überein als die errechneten Zeiten, die der Blsp vor der Geburt liegt:

Erstgebärende über 25 J : Blsp 83 min vor der Geburt
" " unter 25 J : Blsp 66 " " " "
Zweit " : Blsp 21 " " " "
Mehr " : Blsp 13 " " " "

') gemeint ist hier: Zeitpunkt der Geburt

'') Blasensprung

Auf Grund vorliegender Ergebnisse könnte man eine Trennung des Begriffes - rechtzeitiger Blsp als Grenze zwischen Eröffnungs- und Austreibungsperiode - in Betracht ziehen.

6. Die Auswirkung des vor-, früh- und rechtzeitigen Blasensprunges auf die fetalen Herztöne

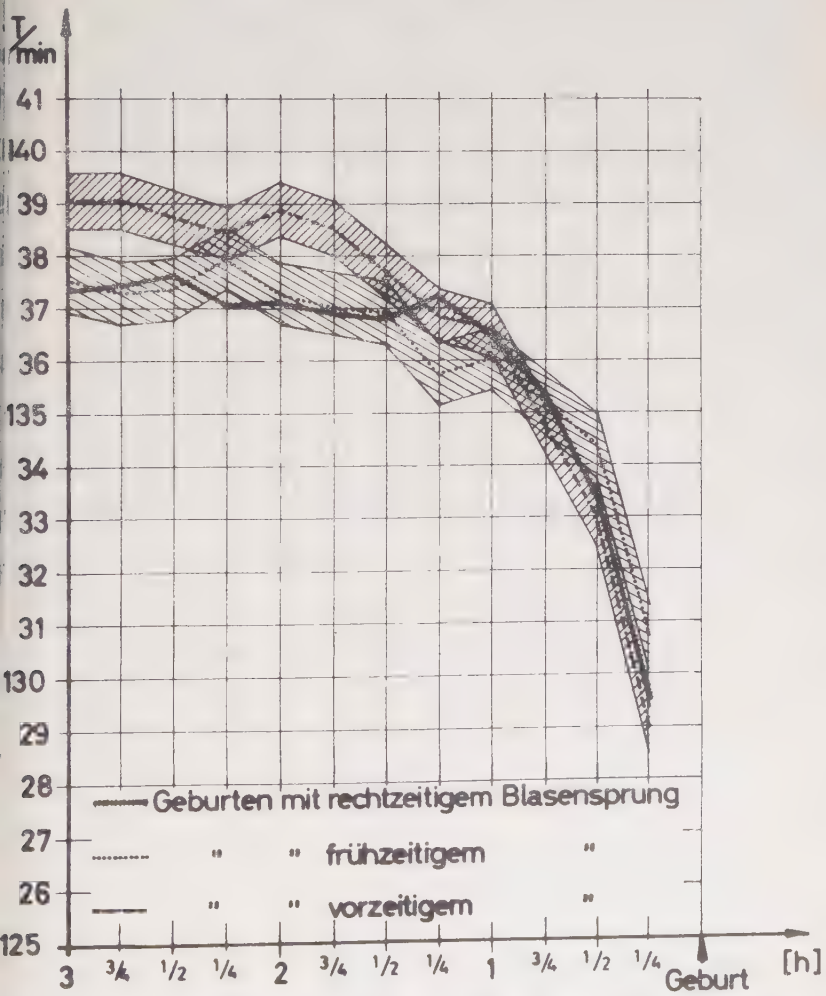
Die jeweils 100 Fälle umfassenden Gruppen der Geburten mit vor- bzw. frühzeitigem Blsp wurden, ebenso wie die Gruppen der Erst-, Zweit- und Mehrgebärenden ausgewertet, also die Mittelwerte nach F1 gebildet und in Fig.3 zur Darstellung gebracht.

Die Gruppe - Geburten mit rechtzeitigem Blsp - wurde durch Addition folgender Gruppen erhalten:
I-parae über 25 J; I-parae unter 25 J; II-parae und Pluriparae. Das sind 330 Fälle,aus denen der Mittelwert $\bar{x}$ gebildet und in Fig.3 eingezeichnet wurde.

Nachdem nach F3 die Variabilität für die Gruppen - Geburten mit früh- bzw. vorzeitigem Blsp - errechnet und aufgezeichnet war, erübrigte sich eine Varianzanalyse zwischen recht- und frühzeitigem Blsp, da sich beide Kurven öfters kreuzen und eine im Schwankungsbereich der anderen liegt. Mit anderen Worten, der frühzeitige Blsp hat im Bereich 3 hvG bis zur Geburt, keinen Einfluß auf die fetalen HT, was auch dadurch zum Ausdruck kommt, daß die Herztonkurve der Geburten mit frühzeitigem Blsp in Fig.1, zwischen den Kurven der Erst- und Mehrgebärenden zu liegen käme.

Anders liegt die fetale HF bei der Gruppe mit vorzeitigem Blsp. Das Niveau der HT liegt zwischen 3 - 1 1/2 hvG

ig. 3: Die zeitliche Abhängigkeit der durchschnittlichen, fetalen Herzfrequenz vom vor-, früh- und rechtzeitigen Blasensprung in Bezug auf den Geburtstermin.



Variationsbreite des HT-Mittelwertes bei frühzeit. Blasensprung

" " " " vorzeitigem "

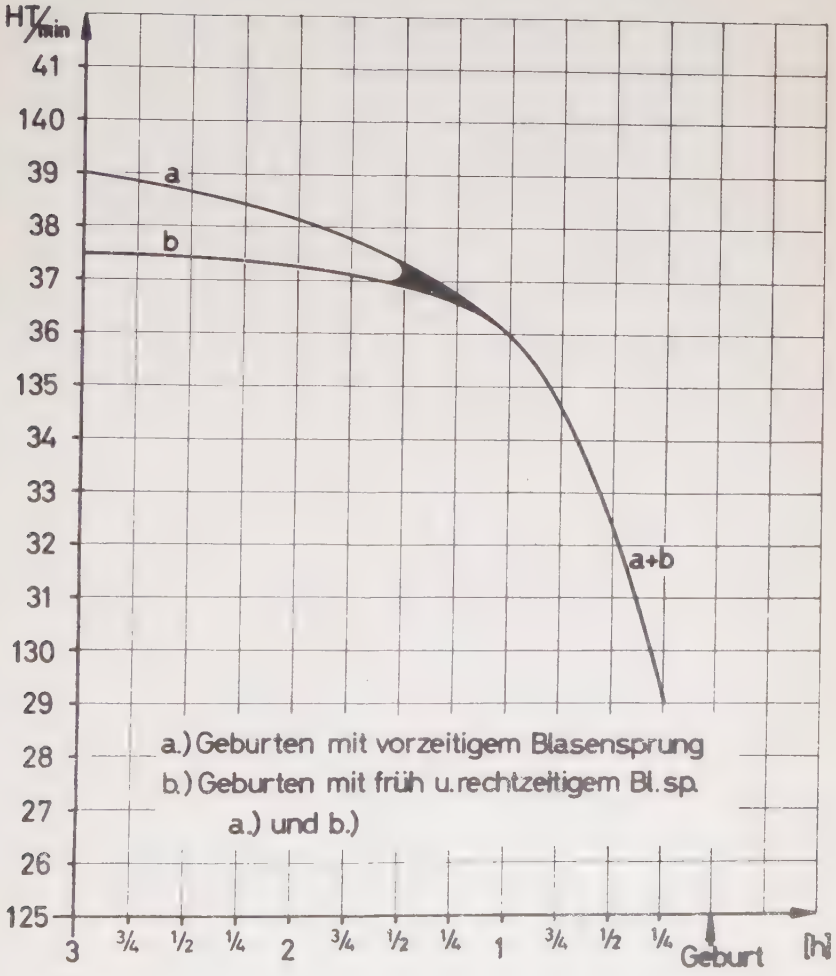
deutlich höher als bei den Geburten mit recht- bzw. frühzeitigem Blsp, während sich ab 1 1/2 hvG bis zur Geburt alle drei Kurvenbänder überlappen. Man kann somit festlegen, daß sowohl der vor- als auch frühzeitige Blsp die letzten 1 1/2 hvG keine Änderung der fetalen HF bewirken. Für den vorhergehenden Zeitraum liegt die Vermutung nahe, daß die HT bei vorzeitigem Blsp leicht erhöht sind, nämlich um durchschnittlich 1 1/2 Töne, von 37,5 auf 39 S/min. Dies wurde mittels des t-Testes nachgeprüft. Dabei ergab sich als Unterschied zwischen vor- und frühzeitigem Blsp:

3 hvG $t = 1{,}988$ = Wahrscheinlichkeit $P < 0{,}05$

2 hvG $t = 2{,}019$ = " $P < 0{,}05$

Die Differenz zwischen den zwei Kurven läßt sich somit mathematisch nicht signifikant nachweisen, jedoch sind, statistisch gesprochen, Zweifel an einer Übereinstimmung der Kurven begründet; um in diesem Falle eine signifikante Differenz nachweisen zu können, müßte mit mindestens 1000 Fällen, also dem zehnfachen Material gearbeitet werden. Als Hypothese ist somit oben festgestellter Zusammenhang zu verstehen, und als solche wurde er auch in Fig.4 dargestellt.

Fig. 4: Veränderungen der Kurven von Fig. 3 innerhalb der Schwankungsbreite derselben.



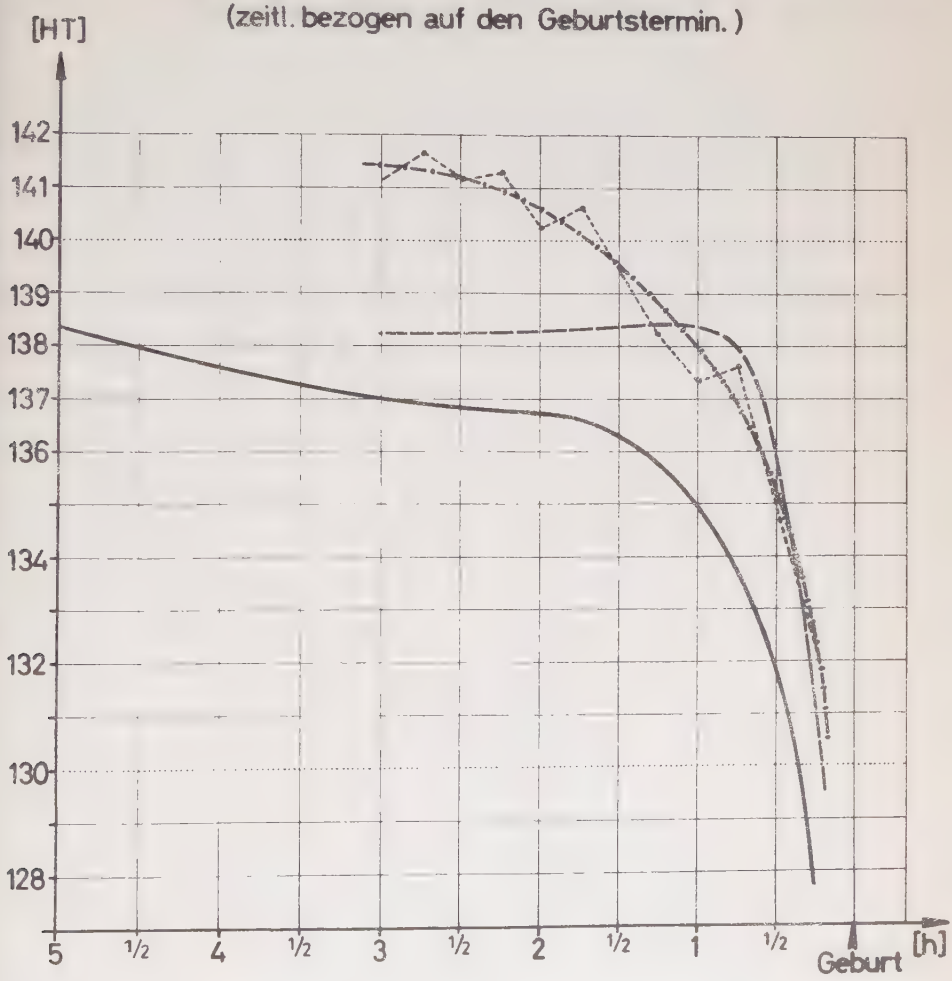
7. Spontangeburten mit fetalen Herztönen über 150 bzw. unter 120 S/min.

In der Gruppe von Geburten, die fetale HT über 150 bzw. unter 120 S/min aufweisen, konnte bei 85% aller Fälle eine der S.25 unter a), b), c) und e) angegebenen Störquellen für die abnormen HT verantwortlich gemacht werden. Die unter d) und f) angeführten Störungen schließen eine Spontangeburt aus und kamen deshalb nicht vor, da auch bei dieser Gruppe nur Spontangeburten aufgezeichnet wurden. Bei den verbleibenden 15% konnten nach den Geburtsjournalen keine Störfaktoren festgestellt werden, doch sicher hätte eine Untersuchung der Patientinnen noch Störmöglichkeiten erfasst.

8. Verlauf der fetalen Herztöne bei Geburten mit einer Dauer von über 20 Stunden

Das Diagramm der HT-Mittelwerte $\bar{x}$ bei der Gruppe - Geburten mit einer Geburtsdauer von über 20 h - zeigt sofort einen signifikanten Unterschied zu den HT-Kurven von Erst- und Mehrgebärenden (übernommen aus Fig.2). Wenn in diesem Zusammenhang von einer HT-Basis gesprochen werden kann, liegt sie 3 hvG bei 141,5 S/min gegenüber 138 bei Mehrgebärenden. Die HT sinken aber schon ab diesem Zeitpunkt zuerst langsam dann schneller ab, wobei sich kein Abknicken der Kurve zeigt, wie dies bei Erst- und Mehrgebärenden der Fall ist (Fig.5).

Fig. 5: Relation zwischen der durchschnittlichen fetalen Herzfrequenz von Erst- und Mehrgebärenden sowie Geburten mit über 20 h Dauer.
(zeitl. bezogen auf den Geburtstermin.)



—— I -para
—·— II u. P-para

------ Geburten mit über 20 h Dauer (Diagramm)
-·-·- Geburten mit über 20 h Dauer (Kurve)

9. Die Streuung der fetalen Herztöne um die Mittelwertskurven, zeitlich vom Geburtstermin ') abhängig

Die bisher angestellten Berechnungen geben lediglich Aufschluß über das Verhalten von Mittelwerten aus zahlreichen Fällen. In der praktischen Geburtshilfe verwertbar sind aber nur solche Ergebnisse, die auch auf den Einzelfall anwendbar sind. Aus diesem Grund soll im folgenden der Versuch gemacht werden, gewisse HT-Grenzen festzulegen, innerhalb derer ein Wohlbefinden des Kindes wahrscheinlich ist. Beim Verlassen dieser Grenzen liegt dann Alarmstufe I vor, die bei 150 bzw. 120 S/min in Alarmstufe II übergeht. Selbstverständlich sind diese Grenzen für Momentanwerte nicht bindend aufzufassen, sondern so zu verstehen, daß sich die durchschnittliche HF eines Einzelfalles während 15 min innerhalb dieser Grenzen bewegt.

Bei der Aufstellung der Häufigkeitsverteilungen für alle zeitlich fixierten Werte jeder Gruppe - z.B. 100 HT von 100 Erstgebärenden 3 hvG - fiel auf, daß fast nur folgende HT registriert wurden: 120; 124; 128; 132 usw. Diese auffallende Verteilung der HT muß daher kommen, daß bei der Auskultation der fetalen HT nur jeweils 15 sec gezählt wird und das Ergebnis sodann, um die Angabe S/min machen zu können, mit vier multipliziert wird. Da aber bei der Auskultation von 15 sec selbstverständlich nur ganze Zahlenwerte gemessen werden können, ergeben sich automatisch die oben beschriebenen Frequenzschritte.

') Zeitpunkt der Geburt

Alle aufgestellten Häufigkeitsverteilungen zwischen 5 - 1 hvG entsprechen ungefähr der Gauss'schen Normalverteilung, und da die Einzelwerte eine erhebliche Standardabweichung aufweisen, konnten die Diagramme ohne weiteres in Kurven umgewandelt werden (Fig.6 - 13). Die Fläche unter diesen Kurven ist proportional der Anzahl der Fälle. Um nun z.B. die Angabe - 80% der Fälle - machen zu können, wurde der Flächeninhalt durch Auszählen ermittelt; und von den Randgebieten wurde dann jeweils 10% der Gesamtfläche abgestrichen. In der Mitte bleiben dann 80% der Gesamtfläche übrig, die 80% aller, die Kurve bildenden Fälle entsprechen.

Die Häufigkeitsverteilungen wurden für jede Gruppe zu jeder vollen Stunde vor dem Geburtstermin ') aufgestellt. Dabei fiel auf, daß die Verteilung der HT umso breiter wird, je näher sie am Geburtstermin ') liegt, was in Fig.7 und Fig.9 deutlich zum Ausdruck kommt. Hiervon weicht lediglich die Verteilung bei Mehrgebärenden - 2 hvG - ab, die breiter als die - 1 hvG - ist. (Fig.11).

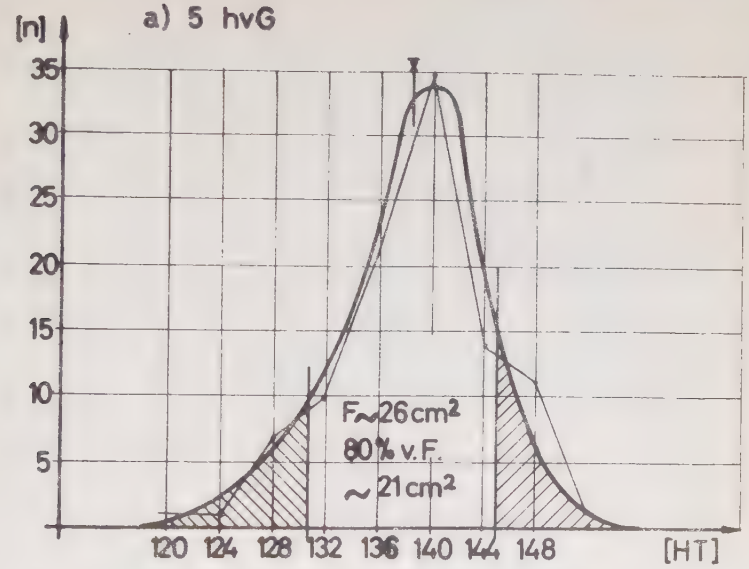
Die Maxima der Verteilungen verschieben sich analog den Mittelwertskurven in Fig.2, indem sie bei Erstgebärenden absinken, bei Zweitgebärenden ansteigen und bei Mehrgebärenden gleich bleiben (Fig.7, 9, 11). Dies ist eine Bestätigung dafür, daß die errechneten Mittelwerte für die jeweiligen Zahlenreihen repräsentant sind.

Für den Zeitraum - 1 hvG bis zur Geburt - wurden keine Verteilungen aufgestellt, weil die Werte hier zu breit gestreut liegen und eine Angabe von einschränkenden Grenzen innerhalb der Zone von 120 - 150 S/min sinnlos wären.

') im Sinn von Zeitpunkt der Geburt

Das Ergebnis, daß sich die Grenzen der fetalen HT, die 80% aller ausgewerteten HT einschließen, bei den einzelnen untersuchten Gruppen nicht nennenswert unterscheiden, entspricht Fig.1 und 2 ebenso, wie das Absinken der unteren Grenze bei Erstgebärenden 1 hvG. Diese Grenzen wurden in Fig.13 dargestellt. Man kann also sagen, daß sich 80% aller fetalen HT im Zeitraum 5 - 1 hvG, zwischen 130 und 145 S/min aufhalten. Dieser Bereich erweitert sich bei den Erstgebärenden 1 hvG auf 125 - 145 S/min. Die Maxima der HT bewegen sich jedoch dicht um die zugehörigen Mittelwerte (Fig.6 - 12), und zwar umso dichter je weiter der Geburtstermin entfernt ist.

Fig. 6: Häufigkeitsverteilung der fet. Herztöne in Abhängigkeit von der Zeit vor dem Geburtstermin. Erstgebärende.



——— Diagramm. hvG= Stunden vor dem Geburtstermi

——— Kurve. n = Anzahl der Fälle.

$\bar{x}$ Lage des Mittelwertes. HT = Herztöne / min.

80% der Fälle einschließende Grenzen. F = Fläche.

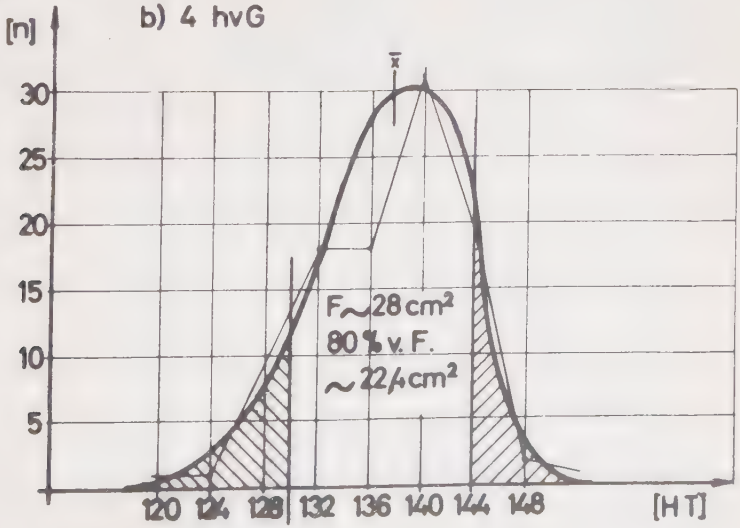
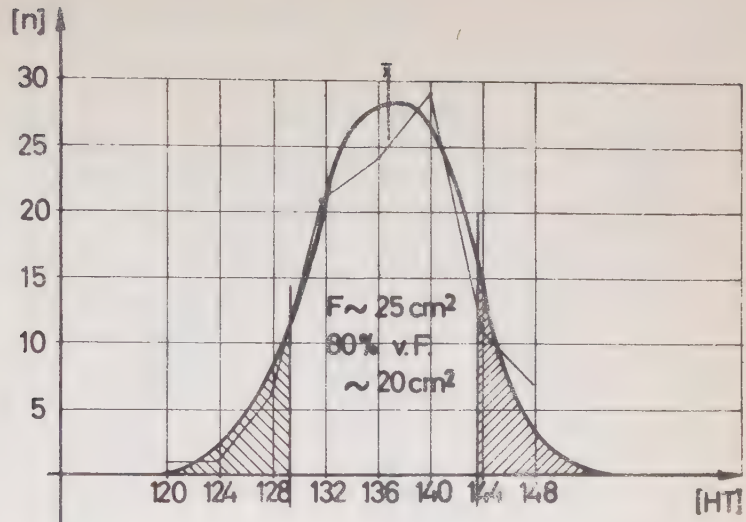
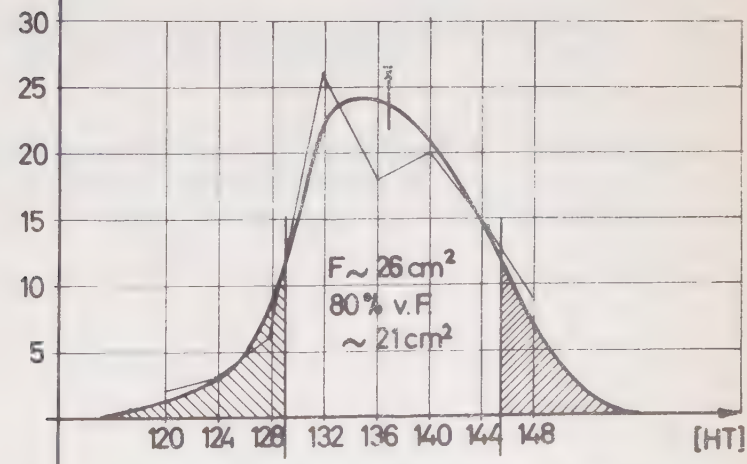


Fig. 6

c) 3 hvG



d) 2 hvG



e) 1 hvG

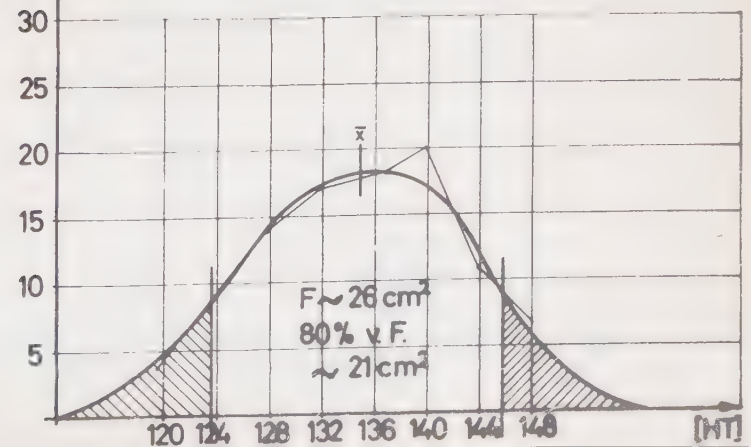


Fig. 7: a,b,c,d,e, aus Fig. 6

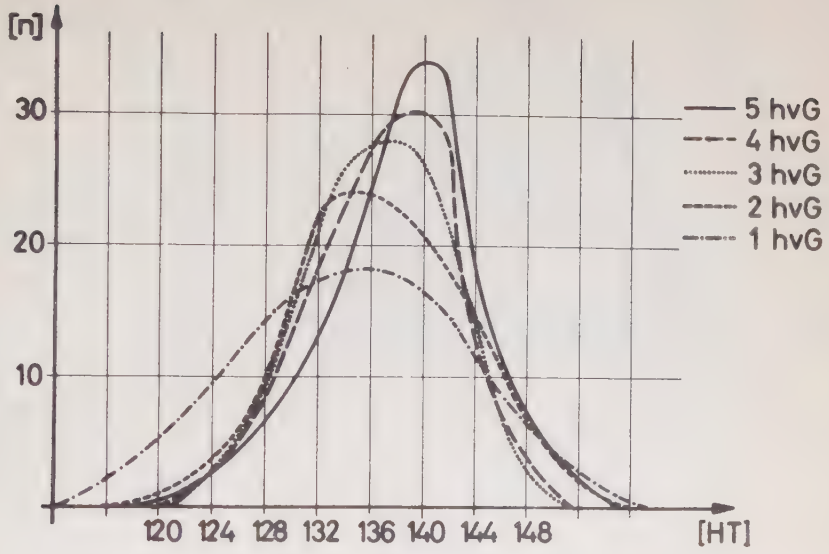


Fig.8: Häufigkeitsverteilung der fet. Herztöne in Abhängigkeit von der Zeit vor dem Geburtstermin. (= Zeitpunkt d. Geburt) Zweitgebärende

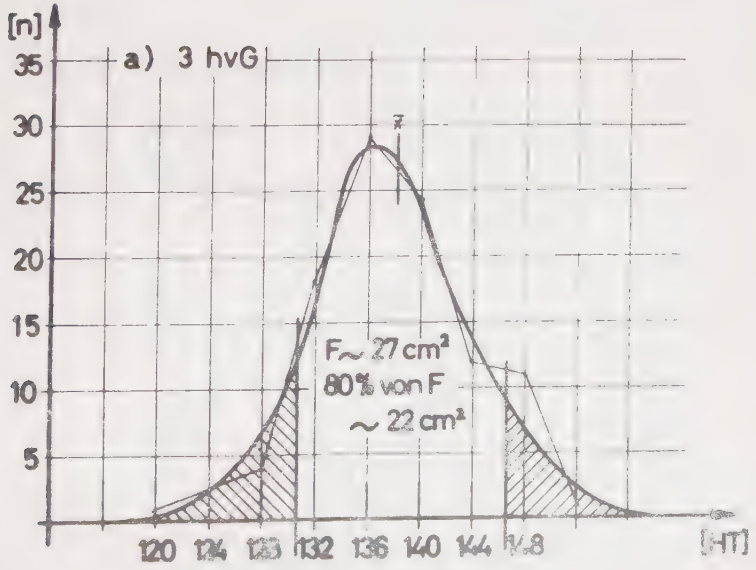
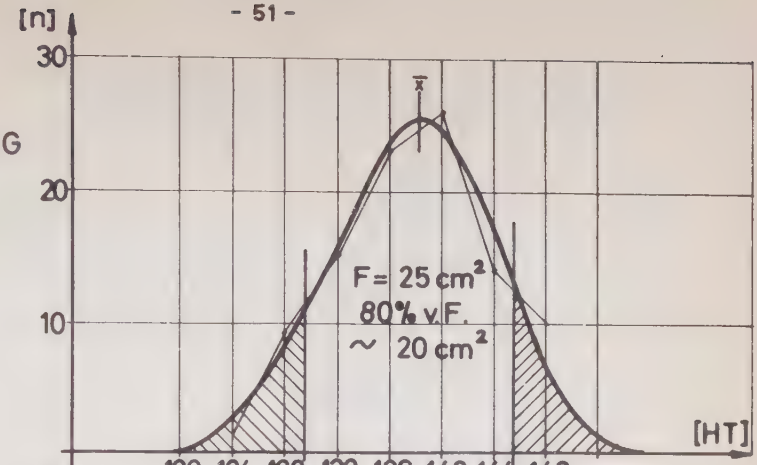


Fig. 8:

b) 2 hvG



c) 1 hvG

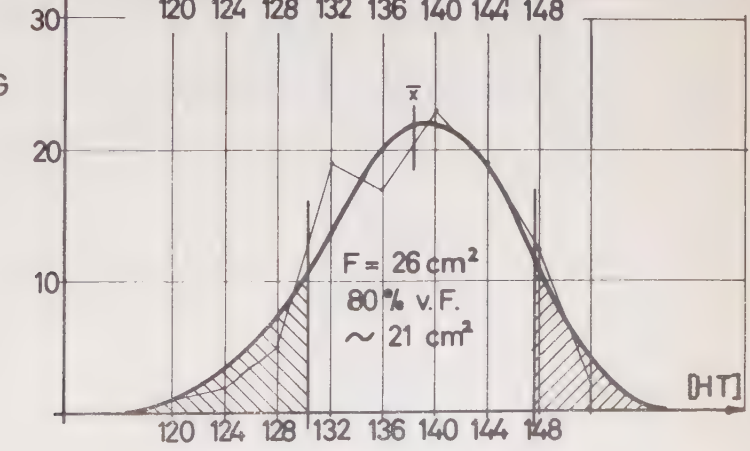


Fig. 9: a, b, c, aus Fig. 8:

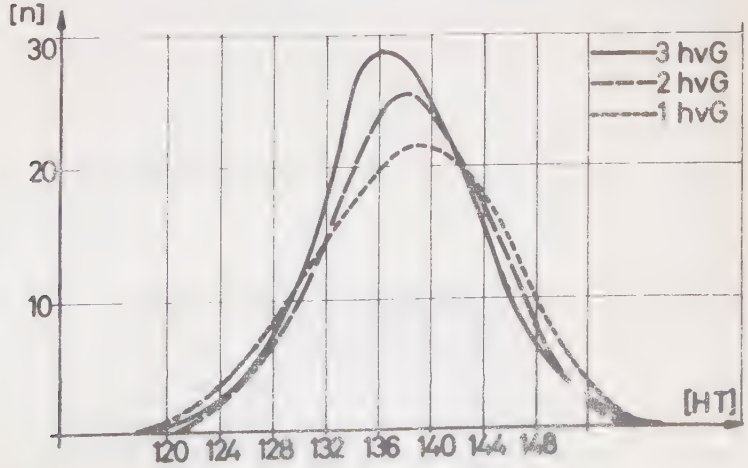


Fig. 10: Häufigkeitsverteilungen der fet. Herztöne in Abhängigkeit von der Zeit vor der Geburt.

Mehrgebärende

a) 3 hvG

b) 2 hvG

c) 1 hvG

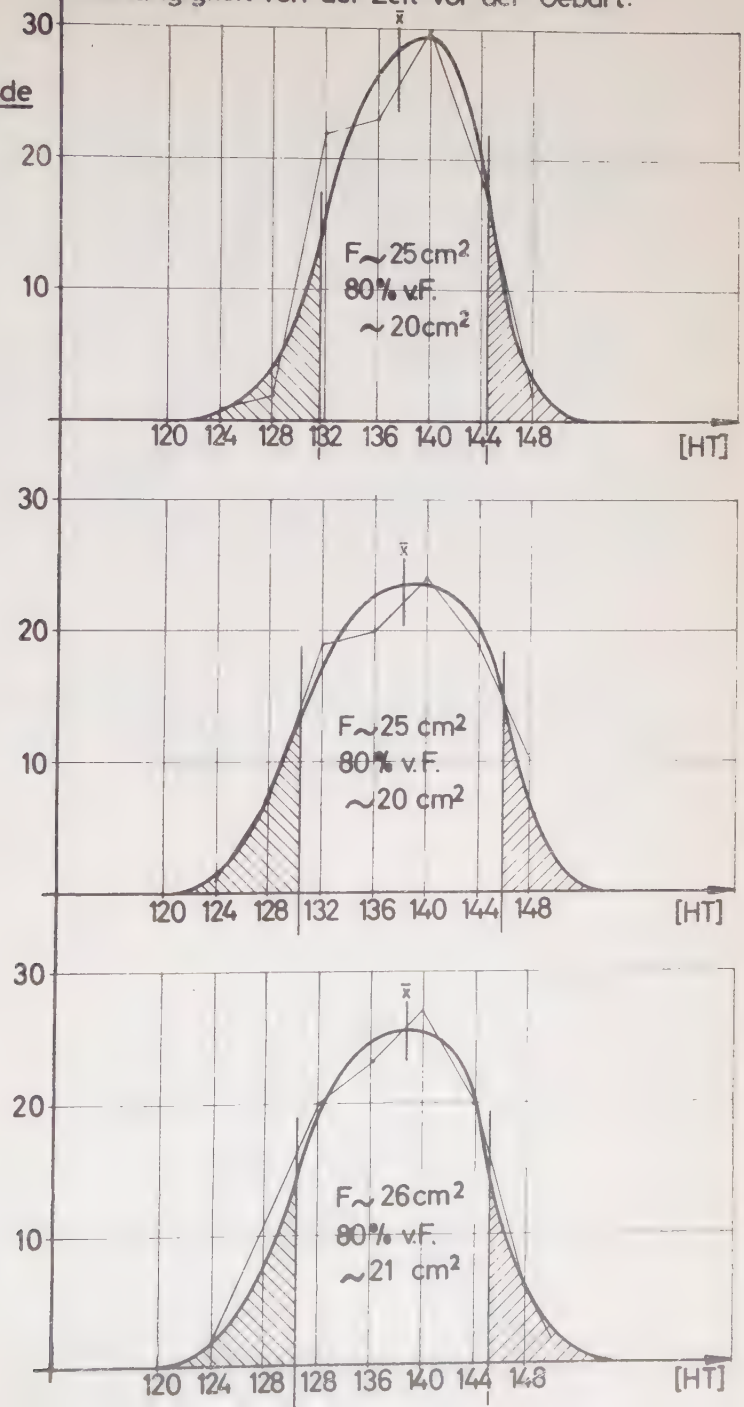


Fig. 11: a,b,c aus Fig. 10.

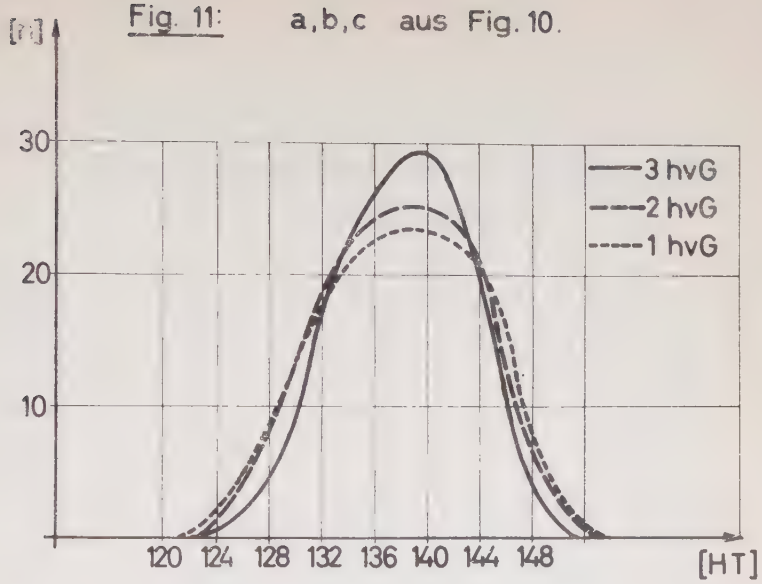


Fig. 12:

Häufigkeitsverteilung der fet. Herztöne bei Geburten mit vorzeitigem Blasensprung abhängig von der Zeit vor dem Geburtstermin

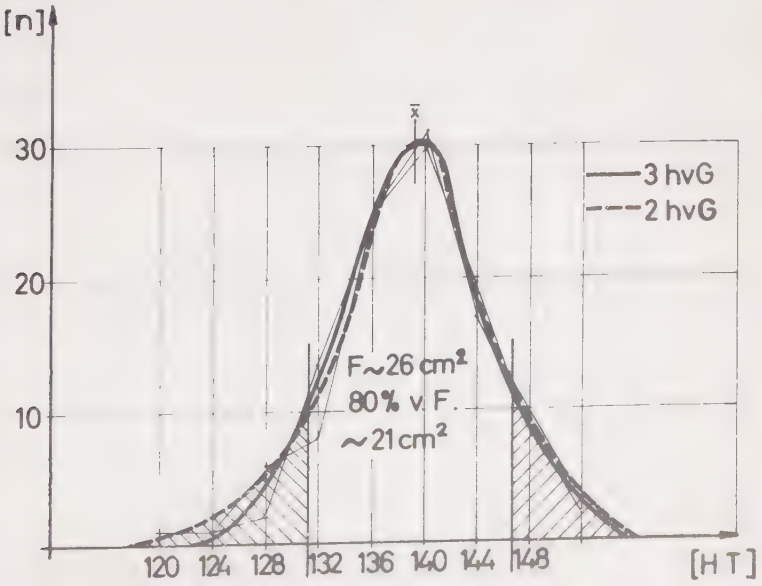
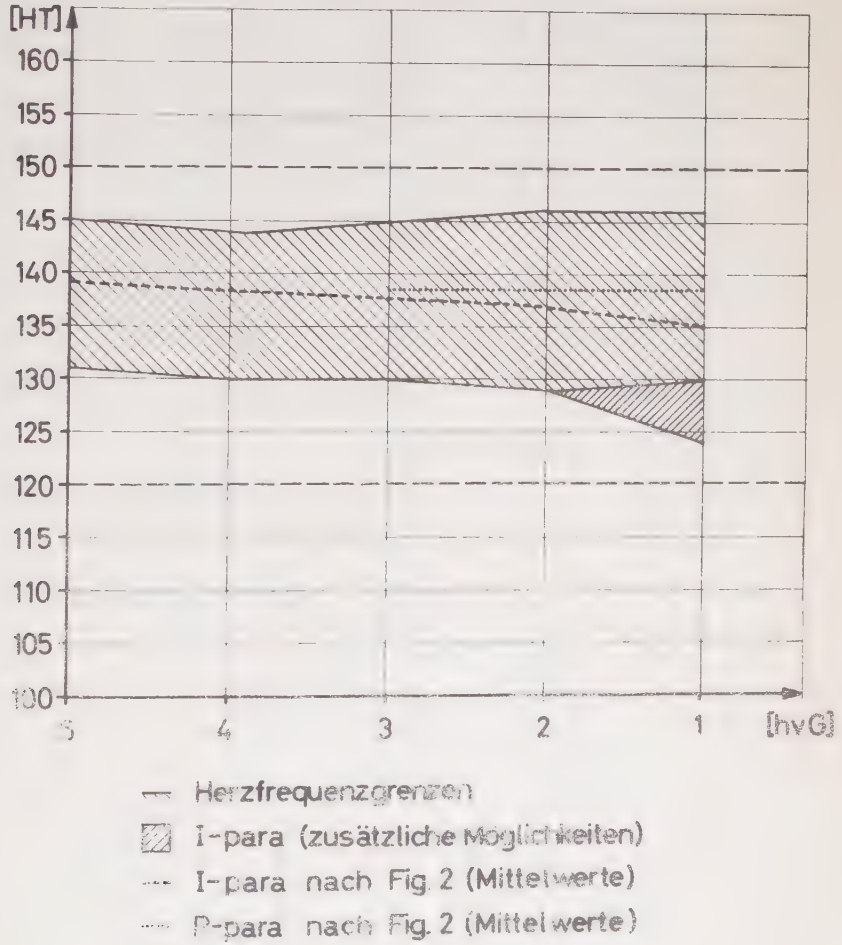


Fig.13: Herzfrequenzen, innerhalb deren sich 80% aller fet. Herztöne, zu bestimmten Zeitpunkten vor der Geburt, bewegen.



Tab.1. Fetale HF von 5 bzw. 3 - 1 hvG

Zeitpunkt (hvG)	Variabilität d.Einzelwerte $sx = \pm$ (S/min)	Variabilität d.Mittelwerte $s\bar{x} = \pm$ (S/min)	Mittelwerte $\bar{x}$ = (S/min)
Erstgebärende, rechtzeitiger Blsp, bis 25 J :			
5	5,9	0,59	138,66
4	5,7	0,57	137,62
3	5,2	0,52	137,32
2	6,7	0,67	137,10
1	6,9	0,69	135,06
Erstgebärende, rechtzeitiger Blsp, über 25 J :			
5	4,8	0,87	138,33
3	6,5	1,18	136,33
2	7,3	1,32	135,13
1	7,6	1,39	133,93
Zweitgebärende, rechtzeitiger Blsp :			
3	5,6	0,56	138,18
2	5,8	0,58	138,16
1	5,9	0,59	138,66
Mehrgebärende, rechtzeitiger Blsp :			
3	4,9	0,49	137,54
2	5,9	0,59	138,18
1	5,5	0,55	138,54
Geburten mit vorzeitigem Blsp :			
3	5,0	0,50	139,06
2	5,4	0,54	138,88
1	5,5	0,55	136,61
Geburten mit frühzeitigem Blsp :			
3	5,7	0,57	137,56
2	5,9	0,59	137,30
1	6,0	0,60	136,02

B. Häufigkeitsverteilungen der durchschnittlichen fetalen Herztonfrequenz der Einzelfälle jeder Gruppe

Nach rein statistischen Gesichtspunkten wurde hier die Frage gestellt, wie verteilt sich die Gesamtheit der durchschnittlichen fetalen HT des Einzelfalles auf einen bestimmten Frequenzbereich. Zu diesem Zweck wurde nach F1 der Mittelwert aus den 12 bzw. 20 Werten eines Falles errechnet. Alle Mittelwerte der Fälle einer Gruppe ergaben erwartungsgemäß eine Normalverteilung nach Gauß, wie in Fig.14 und 15 dargestellt.

Um bei den Verteilungen aber überhaupt zu einem Ergebnis zu kommen, mußten die errechneten Mittelwerte so lange auf ihre Nachbarzahlen gleichmäßig verteilt werden, bis nur noch die Werte 120; 124; 128; 132 usw. übrigblieben. Bei der graphischen Darstellung ohne Umformung der errechneten Mittelwerte ergab sich nur eine Zick-Zack-Linie ohne irgendwelche Aussage, und zwar aus den auf S.45 unten angeführten Gründen.

Bei der Aufzeichnung der einzelnen Diagramme ergab sich, daß die Gruppen untereinander kaum verschieden waren. Zur Überprüfung, ob nicht doch eine mehr als zufällige Differenz zwischen den einzelnen Diagrammen besteht, wurde für die Durchschnittswerte der Mehrgebärenden nach F2 der mittlere Fehler des Einzelwertes (sx) errechnet, wobei ein aus 12 Messungen erhaltener Durchschnittswert als mathematischer Einzelwert angesehen wurde. Dabei ergab sich eine Variabilität von sx = 6,75 S/min. Damit liegen aber alle anderen Diagramme innerhalb ihrer Variationsbreiten und können somit durch eine Kurve (Fig.15) repräsentiert werden.

Fig. 14: Häufigkeitsverteilungen der Herzfrequenzmittelwerte der Einzelfälle von Erst- Zweit- und Mehrgebärenden, sowie Geb. mit vor- bzw. frühzeitigem Blasensprung.

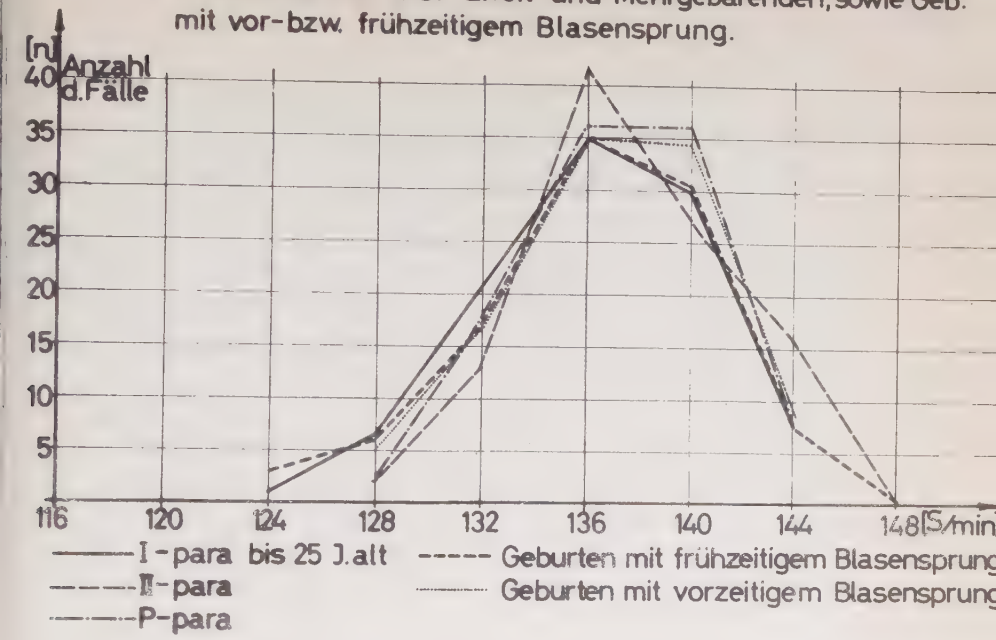
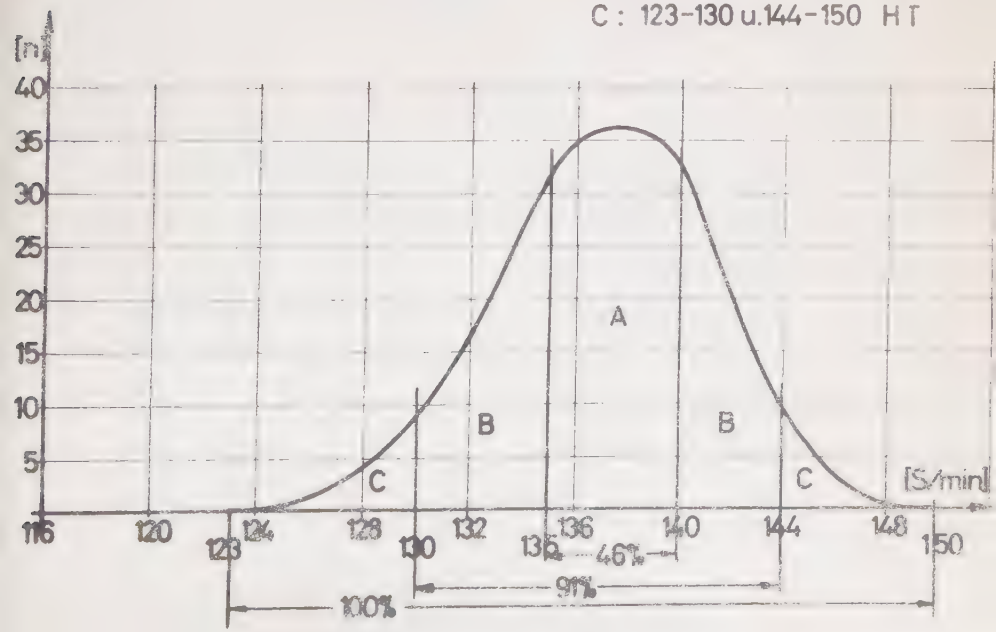


Fig. 15: wie Fig. 14, mit prozentualer Verteilung der Herztongruppen

A: 135 - 140 HT
B: 130-135 u. 140-144 HT
C: 123-130 u. 144-150 HT

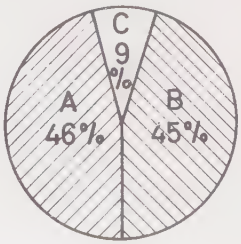


Die Gruppe der Erstgebärenden mit einem Alter von über 25 J konnte ebensowenig in die Darstellung mit einbezogen werden wie die der Geburten mit über 20 h Dauer, da bei ihnen nur 30 bzw. 50 Einzelfälle vorhanden waren. Multipliziert man jedoch die erhaltenen Werte mit einem entsprechenden Faktor, so liegen auch diese Kurven innerhalb der Variabilität der oben beschriebenen Gruppen. Sie stellen somit keine Ausnahme dar.

Um das Ergebnis zu veranschaulichen, wurde bei Fig.15 die Fläche unter der Kurve ermittelt und als 100% der untersuchten Fälle gesetzt. Durch die Wahl geeigneter Gruppen errechneten sich folgende prozentuale Verteilungen:

Gruppe A:	HT von 135-140 S/min	46% aller Fälle
Gruppe B:	HT von 130-135 und 140-144 S/min	45% aller Fälle
Gruppe C:	HT von 123-130 und 144-150 S/min	9% aller Fälle

Fig.16: Prozentuale Verteilung der HT-Gruppen A, B und C.



BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Bei der Suche nach möglichen Faktoren, die ein Sinken oder Steigen der fetalen HT unter 120 bzw. über 150 S/min verursachen, konnte allein in den Geburtsjournalen in 85% eine Erklärung gefunden werden. Die Vermutung liegt jedoch nahe, daß der noch verbleibende Prozentsatz von 15% ungeklärter Fälle, bei einer genauen klinischen Untersuchung wesentlich verringert werden könnte. Aus diesen Ergebnissen und auf Grund der Tatsache, daß bei der Aufzeichnung von 630 Fällen nahezu keine Änderung der fetalen HF über 150 noch unter 120 S/min vorkam, muß der Schluß gezogen werden, daß die in den Lehrbüchern angegebene obere Grenze der fetalen HT mit 160 S/min um 10 S/min zu hoch liegt.

Bei der Aufzeichnung der zeitlich vom Geburtstermin abhängigen, durchschnittlichen HF in Form von Kurven, ergab sich bei allen Kurven übereinstimmend eine Zweiteilung der Kurven in ein Flach- und ein Steilstück. Der Übergang des flachen in den steilen Teil ist mit dem Zeitpunkt vergleichbar, in dem normalerweise die Eröffnungs- in die Austreibungsperiode übergeht. Das Flachstück der Kurve wurde mit der Eröffnungsperiode, das Steilstück mit der Austreibungsperiode identifiziert. Im einzelnen lag der Knick der Kurven bei Erstgebärenden 1 1/2 h und bei Zweit- und Mehrgebärenden 45 min vor dem Zeitpunkt der Geburt. Während der Eröffnungsperiode zeigen die fetalen HT Erstgebärender eine leicht sinkende Tendenz von 139 auf 136 S/min, in einem Zeitraum von 5 - 1 1/2 hvG. Da bei den Zweit- und Mehrgebärenden der Knick der Kurve später erfolgt, dauert bei ihnen die Eröffnungsperiode bis 45 min vor die Geburt, während welcher die HT des

Kindes zwischen 138 und 139 S/min stagnieren. In der Austreibungsperiode fallen die fetalen HT der Erstgebärenden von 136,3 auf 127,8 S/min, zuerst langsam, dann schneller ab, während die HT der Zweit- und Mehrgebärenden beinahe doppelt so schnell von 138,3 auf 131,3 S/min absinken. Dieses Absinken der HT-Kurven ist primär nicht identisch mit den Preßwehen der Austreibungsperiode, da nur in den Wehenpausen auskutliert wird. Es ist aber denkbar, daß sich die HF in den Wehenpausen nicht mehr in dem Maße erholen kann, wie das während der Eröffnungsperiode der Fall ist, da die Preßwehen einen wesentlich stärkeren Druck auf das Kind ausüben als die Wehen der Eröffnungsperiode. Möglicherweise bewirken auch andere Faktoren das Absinken der HT-Kurven, unter denen die Preßwehen nur eine sekundäre Komponente sein könnten. So wäre in Betracht zu ziehen, ob nicht durch den zirkulären Druck der mütterlichen Weichteile in der Austreibungsperiode eine konstante, von Wehen unabhängige Erhöhung des Vagustonus - infolge des dauernd erhöhten Hirndruckes - das Absinken der HT veranlassen könnte.

Eine Stütze dieser letztgenannten Hypothese stellt das Ergebnis der Varianzanalysen dar. Der einzige signifikante Unterschied zwischen dem Verlauf der fetalen HT der Erst-, Zweit- und Mehrgebärenden ist nämlich eine Differenz zwischen Erst- und Mehrgebärenden in dem Zeitraum 1 3/4 hvG bis zur Geburt. Dieser Zeitraum entspricht genau dem Abknicken der HT-Kurve und somit der Austreibungsperiode der Erstgebärenden. Nun schnüren aber die Weichteile einer Erstgebärenden den vorandrängenden Kopf des Kindes mehr

als das Weichteile einer Mehrgebärenden vermögen. Daraus resultiert ein höherer Ausgangsdruck auf den kindlichen Schädel mit seiner Wirkung auf Hirndruck, Vaguszentrum und HF. Außerdem wird durch den erhöhten Widerstand die Austreibungsperiode der Erstgebärenden verlängert, was ein tieferes Absinken der HT bei Erstgebärenden als bei Mehrgebärenden bewirkt.

Eine Abweichung der HT-Mittelwertskurve von denen der Erst- und Mehrgebärenden fand sich sodann bei der Gruppe von Geburten mit über 20 h Geburtsdauer. Besonders fällt an dieser Gruppe von Fällen auf, daß die HT-Mittelwerte gegenüber denen der Erst- und Mehrgebärenden stark erhöht sind, im ganzen Meßbereich ein Abfall der HT zu verzeichnen ist und ein Abknicken der Kurve fehlt. Die Erhöhung der HT kann darauf beruhen, daß die Versorgungslage des Kindes in utero infolge des verlängerten Geburtsverlaufes verschlechtert ist, wodurch das fetale Herz zu einer ausgleichenden Tachykardie gezwungen ist. Das Fehlen einer deutlichen Abwinkelung der Kurve kann darauf hindeuten, daß die Mutter bereits so erschöpft ist, daß es zwar zu Preßwehen kommt, diese aber so schwach sind, daß die Austreibungsperiode gegenüber 1 3/4 h bei den Erstgebärenden und 45 min bei den Zweit- und Mehrgebärenden, auf mindestens 3 h verlängert ist. Die HF sinkt langsamer als bei der normalen Austreibungsperiode ab, da durch die abgeschwächten Wehen erstens der Hirndruck relativ niedrig bleibt und zweitens in den zu- und abführenden Gefäßen der Plazenta durch den schwächeren Wehendruck die Strömungswiderstände nicht so stark erhöht werden, wie das während der normalen Preßwehe der Fall ist. Die HF sinkt somit weniger ab

und kann sich in den Wehenpausen besser erholen. Das scheint ein Vorteil gegenüber der Normalgeburt zu sein, wenn man nicht bedenkt, daß die ganze Geburt eine enorme Beanspruchung des kindlichen Organismus darstellt, die bei einer Verlängerung der Geburt natürlich erhöht wird, indem das Kind eine momentan schwächere Belastung viel länger aushalten muß.

Als Verteilungsform der einzelnen fetalen HT zu einem bestimmten Zeitpunkt vor der Geburt, ergab sich die Gauß'sche Normalverteilung, die umso ausgeprägter ist, je weiter der gewählte Zeitpunkt von der Geburt entfernt ist. Die Kurven sind somit 5 hvG steiler als 1 hvG, d.h. das Maximum der fetalen HT liegt 5 hvG innerhalb engerer Grenzen als 1 hvG. Im Zeitraum - 1 hvG bis zur Geburt - kann man nicht mehr von einer Normalverteilung sprechen, da hier die Werte zu indifferent liegen, mit einem gewissen Schwerpunkt um 120 - 124 S/min. Während des zeitlichen Ablaufes der Geburt liegen 80% aller gemessenen HT, bei allen Gruppen, zwischen 130 - 145 S/min (5 - 1 hvG). Entsprechend dem früheren Abfall der HT-Mittelwertskurve der Erstgebärenden, ist auch deren Häufigkeitsverteilung - 1 hvG - auf 125 - 145 S/min gedehnt.

Errechnet man von jedem Fall jeder Gruppe die durchschnittliche HF und trägt diese abhängig von der Häufigkeit des Vorkommens und der Frequenz in ein Koordinatensystem ein, erhält man ebenfalls eine Gauß'sche Normalverteilung. Dabei konnte zwischen den einzelnen Gruppen keine signifikante Differenz ermittelt werden, sodaß sich alle Gruppen durch eine Kurve repräsentieren lassen, die folgende Aussage macht: 46% aller Durchschnitts-HT von Einzelfällen liegen zwischen

135 und 140 S/min, 45% außerhalb dieses Bereichs zwischen 130 und 144 S/min und der Rest von 9% liegt wieder außerhalb von 130 - 144 S/min und zwischen 123 und 150 S/min.

An der Zusammenstellung der Variabilität der Einzelwerte fällt deren hoher mittlerer Fehler von ± 5 bis ± 6 S/min auf. Diese hohe Standardabweichung der einzelnen HT setzt sich aus zwei Fehlern zusammen, nämlich einem methodischen und einem gemessenen Fehler. Es steht zweifellos fest, daß nicht nur HF von 120; 124 oder 128 vorkommen, sondern es sind alle Zwischenwerte möglich, die bei der 1/4-minütlichen Auszählung jedoch nicht erfasst werden. Zählt der Auskultierende z.B. in 15 sec 31 Schläge, sind das nicht nur 124 S/min, sondern es sind theoretisch alle Zwischenstufen bis zum nächsten Meßwert möglich, in diesem Fall also 30 bzw. 32 S/15 sec. Die HT können also zwischen 121 und 127 S/min schwanken. Das ergibt einen methodischen Fehler des Einzelwertes von ± 3 S/min. Der Meßfehler errechnet sich folgendermaßen: Bei der normalen 1/4-minütlichen Auskultation ist es dem Zählenden nicht möglich, genau festzustellen, sind es z.B. 30 oder 31 S/15sec, was gleichbedeutend mit einer Schwankungsbreite von ± 0,5 S/15sec ist. Durch die Multiplikation mit vier erhalten wir als Meßfehler des Einzelwertes somit ± 2 S/min. Zusammen sind das ± 5 S/min, woraus zu schließen ist, daß der Einzelwert nahezu keine Aussagekraft besitzt. Erst bei zahlreichen Einzelmessungen erhält man vernünftige Abweichungen, da diese umgekehrt proportional der Wurzel aus der Anzahl der Messungen sind. Der Meßfehler ließe sich jedoch auf ± 0,5 S/min verringern und der methodische Fehler ließe sich gänzlich vermeiden, wenn

die fetalen HT statt 15sec eine volle Minute auskultiert würden. Zusätzliche Fehler entstehen dadurch, daß die fetalen HT nicht von einer, sondern von mehreren Personen aufgezeichnet werden und daß in Notfallsituationen gelegentlich auch die Registrierung der auskultierten HT vernachlässigt wird. Um eine zuverlässige Aussage über den Einzelfall zu machen und statt von einer statistischen Gefährdung, von einer sich tatsächlich anbahnenden Gefahr sprechen zu können, sofern die HF unter 130 oder über 145 S/min absinkt bzw. ansteigt, muß eine kontinuierliche HT-Aufzeichnung gefordert werden, die sowohl Störquellen zu eliminieren vermag als auch physiologische Momentanschwankungen einkalkuliert. Ein ideales Registriergerät, das diesen Anforderungen in etwa gerecht wird und das in jedem Kreißsaal vorhanden sein müßte, existiert aber bis jetzt noch nicht. Bis zu diesem Zeitpunkt könnte man sich aber damit behelfen, daß man die fetalen HT statt 15sec, eine volle Minute auszählt.

ZUSAMMENFASSUNG

Von den bearbeiteten 630 Geburten verliefen 330 vollständig normal, 100 wiesen frühzeitigen, 100 vorzeitigen Blasensprung auf; an den Herztönen von 50 Geburten wurden Herztonanomalien und an weiteren 50 die Auswirkung einer Geburtsdauer von über 20 h auf die fetalen Herztöne untersucht. Die 330 vollständig normal verlaufenen Geburten gliedern sich in 100 Erstgebärende unter 25 und 30 Erstgebärende über 25 Jahre alt, 100 Zweit- und 100 Mehrgebärende.

Bei jeder Gruppe wurde während der letzten drei Stunden vor der Geburt (bei Erstgebärenden fünf Stunden vor der Geburt) alle 15 min ein Herztonwert registriert. Aus diesen vom Zeitpunkt der Geburt abhängigen Herztönen, wurden arithmetische Mittelwerte errechnet, sowie die mittlere Herztonfrequenz aller Einzelfälle.

Die normale fetale Herzfrequenz liegt in 91% aller Fälle zwischen 130 und 144 S/min. Für Abweichungen der Herztöne über 150 bzw. unter 120 S/min konnte allein aus den Geburtsjournalen zu 85% eine Begründung gefunden werden.

Während der Eröffnungsperiode fallen die Herztöne bei Erstgebärenden kaum ab (von 139 auf 136 S/min). Bei Mehrgebärenden stagnieren sie bei 138 S/min.

Während der Austreibungsperiode fallen die Herztöne der Mehrgebärenden doppelt so schnell (von 138 auf 131 S/min) ab, wie die der Erstgebärenden (von 136 auf 128 S/min).

Zwischen dem Herztonverlauf Erst- und Mehrgebärender stellte sich in der Austreibungsperiode eine signifikante Differenz heraus, während zwischen Zweit- und Mehrgebärenden kein Unterschied auftrat. In der Eröffnungsperiode ließ sich zwischen Erst-, Zweit- und Mehrgebärenden keine Differenz nachweisen. Erstgebärende über 25 Jahren unterscheiden sich nicht von Erstgebärenden unter 25 Jahren.

Bei Geburten mit über 20 Stunden Dauer liegen die fetalen Herztöne signifikant höher als bei Erst- und Mehrgebärenden und ihr Absinken dauert länger.

Der rechtzeitige Blasensprung fällt nicht mit dem Übergang der Eröffnungsperiode in die Austreibungsperiode zusammen, sondern liegt innerhalb der letztgenannten. Der frühzeitige Blasensprung hat keinen, der vorzeitige Blasensprung wahrscheinlich keinen Einfluß auf die fetalen Herztöne.

Je näher der Geburtstermin ') heranrückt, desto breiter ist die Verteilung der einzelnen Herztöne einer Zeitreihe. Bis eine Stunde vor der Geburt liegen 80% aller Einzelherztöne bei jeder Gruppe zwischen 130 und 145 S/min (Ausnahme: Bei Erstgebärenden sind eine Stunde vor der Geburt die 80% aller Herztöne zwischen 125 und 145 S/min gestreut).

Keine Differenz trat zwischen den Verteilungen der durchschnittlichen Herztonfrequenz der Einzelfälle jeder Gruppe auf. Über die Verteilung aller durchschnittlichen

') im Sinne von Zeitpunkt der Geburt

Herztöne der Einzelfälle gilt: 46% liegen zwischen 135 - 140 S/min; 45% zwischen 130 - 135 und 140 - 144 S/min; 9% liegen außerhalb dieser Bereiche, jedoch zwischen 120 und 150 S/min.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Ahlfeld,F.: Zur Geschichte und Entwidklung der geburtshilflichen Auskultation
Mschr.Geburtsh.Gynäk. 47, 187-217 (1918)

2. Akkerman,L. I.: Changes of the fetal heart rate in the first period of Labor.
Akuš. i Ginek.4,15-99 (1963)

3. Barcroft,J.: Researches in prenatal life;
Blackwell,Oxford 1946

4. Bauer : zit. bei Canon,R. (Nr.12)

5. Baumm,P.: Etwas über die kindlichen Herztöne
Arch. Gynäk.107, 353-366 (1917)

6. Benedikt,A.: Periodische Herzfrequenzschwankungen bei frühgeborenen Kindern. Z.ges.inn.Med.14,537-541 (1959)

7. Berlin-Heimendahl,S.von: Physiologie und Pathologie des Neugeborenen
Klinik d.Frauenheilk. u.Geburtshilfe, Bd. I

8. Bloxsom: zit. bei Canon,R. (Nr.12)

9. Brady,I.; James,L.; Baker,M.: Heart rate changes in the fetus and newborn infant during labor, delivery, and the immediate neonatal period
Amerik. J.Obstet.Gynec.84, 1-12 (1962)

10. Burnhard,E.D.;James,L.S.: Failure of the heart after undue asphyxia at birth
Pediatrics, 28, 545-565 (1961)

11. dies. Verff.: The weight of the heart of mature infants after asphyxia neonatorum
Pediatrics, 28, 35-42 (1961)

12. Canon,R.,Guilhem,P., Mayer,M.: L'anoxie foetale Bull.Fédérat.Soc.Gynéc.et Obstétr.4, Suppl 1, 145-242 (1952)

13. Chung,F., Hon,E.H.: The elektronic evaluation of fetal heart rate. I With pressure on the fetal skull. Obstet.and Gynec.13 633-640 (1959)

14. Clark and Woodbury: zit. bei Canon,R. (Nr.12)

15. Cretius,K.: Die Geburt Klinik der Frauenheilk. und Geburtshilfe, Bd.2

16. Dierks,K.: Kritische Betrachtungen über die Veränderungen der kindlichen Herztöne beim Eintritt des Kopfes in ein enges Becken mit besonderer Berücksichtigung des Eintrittseffektes Arch.Gynäk. 154, 33-46 (1933)

17. Frey,E.: Neue Untersuchungen über das Verhalten der kindlichen Herztöne sub partu Z.Geburtsh.Gynäk.88, 261-303 (1925)

18. Gauss,C.I.: Der Eintrittseffekt, ein bisher wenig bekannter Geburtsvorgang Zbl.Gynäk. 56 (1932)

19. Guttner,M.D.: Über das Verhalten der Blutzirkulation des Fetus in der Geburt Arch.Gynäk.149, 70-87 (1932)

20. Hammacher,K.: Neue Methode zur selektiven Registrierung der fetalen Herzschlagfrequenz Geburtsh. und Frauenheilk. 22, 1542 (1962)

21. Haupt,H.: Die geburtsbedingten Hirnschädigungen des Neugeborenen Münch.med.Wschr. 103, 837-841 (1961)

22. Hellman,L.M.,Schiffer,M.A., Kohl,S.G., Tolles,W.E.: Studies in fetal well-being: variations in fetal heart rate Amer.J.Obstet.Gynec.76, 998-1012 (1958)

	The elektronic evaluation of fetal heart rate.III The effekt of an oxytocic agent used for the induction of Labor Amer.J.Obstet.Gynec.80, 558-568 (1960)
24. Hon,E.H., Reid,B.L., Hehre,F.W.:	The elektronic evaluation of fetal heart rate II Changes with maternal hypotension Amer.J.Obstet.Gynec.79, 209-215 (1960)
25. Hon,E.H., Bradfield,A., Hess,O.:	The elektronic evaluation of fetal heart rate.V The vagal factor in fetal bradycardia Amer.J.Obstet.Gynec.82, 291-300 (1961)
26. Hon,E.H.:	The elektronic evaluation of fetal heart rate.VI Fetal distress, a working hypothesis Amer.J.Obstet.Gynec.83, 333-353 (1962)
27. Hon,E.H., Huang,H.S.:	The elektronic evaluation of fetal heart rate.VII Premature and missed beats Obstet.and Gynec.20, 81-90 (1962)
28. Kelly,I.:	Compression of the fetal brain Amer.J.Obstet.Gynec.85, 687-694 (1963)
29. Kergaradec,J.A.de:	Mémoires sur l'auscultation appliquée à l'étude de la grossesse Paris 1822. Deutsch Weimar 1822
30. Kornacki, Z., Wyrzykiewicz,T.:	Disturbances of fetal heart rate during complicated pregnancy Gynaecologia (Basel) 153, 167-176 (1962)
31. Mc Call,J.O., Fulsher,R.W.:	A study of fetal distress, its interpretation and significance Amer.J.Obstet.Gynec.65, 1006-1019 (1953)
32. Méndez-Bauer,C. et al.:	Effects of atropine on the heart rate of the human fetus during labor Amer.J.Obstet.Gynec.85, 1033-1053 (1963)

33. Nadrai,A.: zit. bei Berlin-Heimendahl,S. von (Nr.7)

34. Rech,W.: Untersuchungen über die Herztätigkeit des Fetus.III Teil: Die Wirkung des Kopfdruckes auf die Frequenz des fetalen Herzschlages
Arch.Gynäk. 154, 47-57 (1933)

35. Schachter,F.F., Apgar,V.: Perinatal asphyxia and psychologic signs of brain damage in childhood
Pediatrics 24, 1016-1025 (1959)

36. Schwarz : Zur physiologischen Arrhythmie des fetalen Herzens
Arch.Gynäc. 132, 47-49 (1927)

37. Sebok,L.M.S.: Some observations if foetal heart irregularities
Med.J.Aus.46,II, 511-514 (1959)

38. Seitz-Amreich : (Handbuch) Biologie und Pathologie des Weibes
Bd. VII 674-679, 190-199 (1952)

39. Seitz,L.: Die fetalen Herztöne während der Geburt
Tübingen 1903

40. Seitz,L.: Über die fötale Indikation der Zange
Zbl.Gynäk, 40,513-521 (1916)

41. Spreafico,J.,Arcos, M.de: Las aterationes del ritmo de los latidos fetales como signo de sufrimiento fetal
Acta ginec.(Madr.) 14, Nr.7, 349-352 (1963)

42. Stander,R., Barden,T., Braunlin,R.: Instrument complex for intrapartum investigation of human fetal cardiac function
Obstet.and Gynec.22, 265-270 (1963)

43. Swartwout,J., Campbell, W.jr., Williams,L.: Observations on fetal heart rate
Amer.J.Obstet.Gynec.82, 301-303 (1961)

44. Tosetti,K.: Prognose fetaler Herztöne mittels Elektrophonokardiographie Arch.Gynäk. 195, 450-453 (1961)

45. Uehlinger,A.: Zur Bedeutung der Herztonveränderungen des Kindes sub partu Gynaecologia (Basel) 141, 329-347 (1956)

46. Vasicka,A., Hutchinson,H.T.: Does uterine contractility cause fetal bradykardia Obstet.and Gynec.22, 409-418 (1963)

47. Weber,E.: Grundriß der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler und Mediziner Jena 1948

48. Willibald,W.: Über die Veränderungen der kindlichen Herztöne unter der Geburt, ihre Ursachen und Folgen für das Kind Z.Geburtsh.101, 724-742 (1932)

49. Winckel,F.von: Lehrbuch der Geburtshilfe S.646 (1893)

50. Wurstner,T.: Über charakteristische Veränderungen der kindlichen Herztöne Z.Geburtsh.Gynäk.124, 274-313 (1942)

51. Zacherl,H.: zit. bei Haupt,H. (Nr.21)

52. Zangenmeister,W.: Störungen der Frequenz der kindlichen Herztöne in der Eröffnungsperiode Z.f.Gynäk. 50, 972-976 (1926)

LEBENSLAUF

Am 8.Januar 1939 wurde ich, Wolfgang Sigg, als Sohn des Josef Sigg, landw. Sachverständiger, und seiner Ehefrau Centa, geb. Bohnenstengel, in Tettnang, Kreis Tettnang geboren. Nach vierjähriger Volksschulzeit in Kirchheim/Teck trat ich im September 1949 in das dortige Gymnasium ein, wo ich im Februar 1959 das Abitur bestand. Im Sommersemester 1959 begann ich an der Technischen Hochschule in Stuttgart mit dem Studium der Biologie für das höhere Lehramt. Im Wintersemester 1959/60 wechselte ich dann auf die Universität Tübingen, wo ich im Sommersemester 1961 das Studium der Medizin begann. Dort bestand ich im April 1962 das Kleine Latinum, im Oktober 1962 das Vorphysikum und im Oktober 1964 das Physikum. 1965 heiratete ich die Apothekerin Karin Dannat. Das medizinische Staatsexamen bestand ich im Februar 1968.